В. А. АЦЮКОВСКИЙ

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

В.А. АЦЮКОВСКИЙ

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

МОСКВА 2006

УДК 50 (075.8)
ББК 20я73

Ацюковский В.А.

Концепции современного естествознания. История. Современность. Проблемы. Перспектива. — М.: ИД СП, 2006. — 446 стр.

ISBN - 5-902044-60-X

ISBN - 5-902044-60-X

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящем курсе лекций по концепциям современного естествознания изложены материалы соответствующего курса лекций, прочитанных автором в Государственном Университете управления в течение 1996-2000 гг. Наряду с широко известными материалами по истории развития концепций естествознания в прошлом в нем отражены некоторые проблемные вопросы современного естествознания.

При разработке курса были использованы материалы многих авторов, в том числе автора данного курса. В последних отражена точка зрения автора на методологию современного естествознания, в том числе на методологию современной теоретической физики, являющейся его основой, на причины ее кризисного состояния, а также на пути выхода из кризиса.

Целью курса является освещение, по возможности, истории, состояния, проблематики и перспектив развития основных направлений современного естествознания. В нем дан обзор истории накопления фактического материала в основных областях естествознания, основных моментов становления и борьбы концепций, изложено современное состояние, обозначены те проблемы, которые сегодня в них существуют, а также принципиальные пути их дальнейшего развития. В разделах, посвященных современному состоянию некоторых областей естествознания приведены основные современные термины и определения, а также основные элементарные законы.

Показано, что несмотря на большие достижения, в целом в настоящее время состояние естествознания и его основы – теоретической физики можно характеризовать как кризисное. Это связано с исчерпанием основных идей теоретической физики, заложенных еще в начале XX столетия, и невозможностью какого-либо развития естествознания на путях традиционной феноменологии, т.е. только внешнего описания явлений. Показано, что выход из затруднений может быть осуществлен только с использованием динамической методологии, т.е. путем выявления внутреннего механизма физических явлений, а это можно сделать лишь возвратившись к представлениям об эфире – среде, заполняющей все мировое пространство и являющейся строительным материалом для всех видов материальных образований. В конце курса в главе “Эфиродинамика” эта мысль подкреплена примерами.

Общим выводом курса является утверждение, что естествознание находится на пороге качественно новых открытий, это и будет означать очередную революцию в естествознании.

> «В теории познания, как и во всех других областях науки, следует рассуждать диалектически, т.е. не предполагать готовым и неизменным наше познание, а разбирать, каким образом из незнания является знание, каким образом неполное, неточное знание становится все более полным и точным».
>
> В.И.Ленин. Материализм и эмпириокритицизм

История становления и развития естествознания – это история борьбы концепций и школ, стоящих за ними, борьбы ожесточенной.

Концепция – определенный способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предметы, руководящая идея для их систематического освещения. Из этих представлений непосредственно вытекает методология исследований, поскольку проводить исследования, заранее не представляя ожидаемых результатов, практически невозможно. Однако исследователи часто забывают о том, что получение ожидаемого результата вовсе не говорит о правильности исходной концепции, а всего лишь не противоречит ей, поскольку одни и те же результаты в любом эксперименте могут быть предсказаны самыми различными концепциями. Тогда возникает вопрос о правоте той или иной научной школы и ее концепции, и здесь возможна их борьба за доказательство своей правоты, а вовсе не за объективную истину. Это связано прежде всего с тем, что верховенство той или иной концепции означает верховенство соответствующей школы, а отсюда и ее престиж и положение в обществе.

На протяжении многих лет естествознание находилось под жестким контролем служителей религии, бдительно следивших за тем, чтобы ничто не нарушало авторитета религиозных догматов. Инакомыслие каралось жестоко. Запрещались и уничтожались не только книги, но и само занятие наукой. История Древнего Рима помнит преследования тех, кто занимался «магией», под понятия которой подводилось изучение природы и занятие точными науками. Так, при Тиберии (14-37 гг. н.э.) особым декретом из страны были изгнаны маги и математики, и один из них – Питаний – был казнен.

По наущению патриарха Кирилла христианская чернь разрушила в 415 г. Мусеум - Александрийский университет – и зверски убила философа и математика Гипатию, славившуюся своими лекциями и красотой.

В средние века в Европе свирепствовала «святая» инквизиция, сжигавшая еретиков, осмелившихся хоть в чем-то перечить церкви. Ее жертвами стали многие выдающиеся мыслители, в том числе Джордано Бруно, итальянский философ и поэт, высказывавший идеи о множественности миров во Вселенной, Джулио Ванини, итальянский философ, отрицавший сотворение мира из ничего, и многие другие. Галилео Галилей спасся только тем, что публично отрекся от учения Коперника, которому он следовал. А запрет с книги Н.Коперника был снят только в 1828 г.

Позже борьба концепций стала более цивилизованной, ожесточение научных школ выливалось в диспуты и обвинения друг друга в невежестве. И хотя ученых больше не сажали в тюрьмы и не сжигали на кострах, находились иные формы сведения счетов. Выступавшие против официальных концепций в той или иной области науки подвергались обструкции, их работы объявлялись «не признанными», а сами ученые изгонялись из институтов и университетов, лишались возможности публиковать свои труды.

Но даже в тех случаях, когда ученым удавалось выпустить в свет свои теории, которые теперь кажутся очевидными, им приходилось доказывать их правомерность в тяжелых баталиях. Таким примером является материалистическая теория эволюции Чарльза Дарвина. История оказалась милостивой к дарвинизму. Несмотря на ожесточенную критику, нашлись многие ученые, которые по достоинству оценили титанический труд Дарвина и включились в борьбу на его стороне. И хотя теория Дарвина далека от совершенства, она сыграла в истории биологии выдающуюся роль и явилась несомненным вкладом в материалистическое естествознание.

Некоторые ученые не выдерживали идейной борьбы. Не выдержал напряжения выдающийся австрийский физик Людвиг Больцман, основоположник статистической физики и физической кинетики, член многих академий мира. Ему пришлось вести напряженную борьбу против Э.Маха и В.Оствальда, чтобы отстоять право молекулярно-кинетической теории на существование. Затравленный и больной, в 1906 г. он покончил жизнь самоубийством.

Однако и в более поздние времена идеологическая борьба не утихала. Многим памятна печальная история с генетикой и кибернетикой, которые так называемыми философами были объявлены «буржуазными». Печальной памяти сессия ВАСХНИЛ, прошедшая в августе 1948 г. при активном участии академика Т.Д.Лысенко, разгромила генетику. И только героическими усилиями академика Н.П.Дубинина и его соратников генетика была восстановлена в правах, но сколько усилий было потрачено впустую! То же произошло и с кибернетикой, которая была восстановлена в правах после активного вмешательства академика А.И.Берга.

Борьба концепций продолжается и в наше время. В области общей физики, являющейся основой всего современного естествознания, ее продолжают вести физики-материалисты за восстановление концепции эфира - среды, заполняющей все мировое пространство, являющейся строительным материалом для всех видов вещества, движения которой воспринимаются как силовые поля взаимодействий. Эта борьба началась сразу же после «отмены» эфира А.Эйнштейном, отказавшегося от него в пользу «простоты» своей теории относительности, зловещая тень которой до сих пор висит над теоретической физикой. В этой борьбе есть свои герои, такие, как ленинградский академик В.Ф.Миткевич и московские профессора А.К.Тимирязев и З.А.Цейтлин, но есть и свои антигерои, не стеснявшиеся применять против оппонентов административные меры.

А чего стоит, например, закрытое постановление президиума Академии наук СССР, выпущенное в 1964 г., запрещающее всем научным советам и журналам, научным кафедрам принимать, рассматривать, обсуждать и публиковать работы, критикующие теорию Эйнштейна (см. «Молодая гвардия», 1995, № 8, с. 70)! Это решение не отменено до сих пор. И хотя в области поисков эфирного ветра американским исследователем Д.К.Миллером, учеником А.Майкельсона, были получены блестящие результаты, они до сих пор объявлены «не признанными», чем школа релятивистов - сторонников Эйнштейна продолжает совершать научный подлог. И это несмотря на то, что сама эта школа продемонстрировала миру свою бесплодность и неспособность оказать помощь прикладникам в решении многих насущных практических задач.

Таким образом, концептуальная борьба в естествознании продолжается и в наши дни.

Чем же можно объяснить факт существования на протяжении многих веков столь ожесточенной борьбы концепций, в которой победители и побежденные нередко менялись местами и в которой были человеческие жертвы, вызывающие сожаления последующих поколений?

Как на протяжении предыдущих веков, так и в наши дни эта борьба отражает борьбу материализма и идеализма в науке. Но если материалисты заинтересованы в выяснении объективной истины, то идеалисты заинтересованы не столько в ней, сколько в сохранении своего привилегированного положения в науке. Именно поэтому они, не имея достаточных аргументов для защиты своих позиций, вынуждены прибегать к другим, отнюдь не научным «аргументам» вплоть до административных мер, запретов и прямых подлогов. Поэтому сама методология науки всегда отражала интересы противоборствующих школ.

Однако есть и некоторые иные обстоятельства. С сожалением приходится констатировать, что среди открывателей новых истин нередко встречаются люди, весьма поверхностно относящиеся к своему предмету. Они требуют признания, не проведя глубоких исследований, и поэтому их аргументация легко разбивается заинтересованными лицами. Такие «первооткрыватели» оказывают науке медвежью услугу, потому что благодаря им в общественном мнении укрепляется представление об истинности существующих школ, что далеко не всегда верно. Наука тогда является наукой, когда те, кто считают себя научными работниками, ищут новые факты, производят новые обобщения или на основе уже найденного разрабатывают новые методологии. Но все это требует высокой компетенции и огромного труда, а на это идут не все.

Сегодня борьба концепций продолжается. В каждой области естествознания имеются свои проблемы и свои научные школы, по-разному относящиеся к этим проблемам. В мировой науке узаконен метод выдвижения «постулатов» или «принципов», которым, по мысли авторов, должна следовать природа. Общее число их исчисляется десятками. Но, несмотря на это, в физике, являющейся теоретической основой естествознания, множатся всевозможные парадоксы и неувязки. И это понятно, потому что в этом методе идея опережает природу, это и есть идеализм, и защита таких позиций может осуществляться только административными, а вовсе не научными методами. Ибо наука требует иного, объективного подхода к природе, изучения явлений и выводов из этого. Тогда ни одно новое явление не застанет теоретиков врасплох, потому что они вынуждены будут уточнять свою теорию, и это является нормальным научным процессом.

Однако не должно возникать сомнений в неизбежной победе материализма в науке, потому что только этот путь способен объяснить природные явления и дать человечеству руководство для сосуществования с ней. Иной путь для него гибелен.

Литература:

1. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. Новосибирск, изд-во Юкза, 1997, 832 с.
2. Грушевицкая Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания.
3. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М., ЮНИТИ, 1997, 520 с.
4. Кузнецов В.И., Идлис Г.М., Гутина В.Н. Естествознание. М., Агар, 1996, 384 с.
5. Лнпсон Г. Великие эксперименты в физике. М., Мир, 1972, 216 с.
6. Ломоносов М.В. Естествознание и наука Избр. соч. в 2-х т. М., Наука, 1986, Т.1. 536 с.
7. Михайловский В.Н., Светов Ю.И. Мировоззрение и современная научная картина мира. Л., Знание, 1986, 40 с.
8. Роль дискуссий в развитии естествознания. Тезисы докладов. М., Наука, 1977, 120 с.
9. Сневякин В.А. Естественнонаучные основы современных технологий. М., Изд-во ИСБН, 1995, 442 с.
10. Тимирязев К.А. Очерк развития естествознания за 3 века. М., Госиздат, 1920, 64 с.

Глава 1. НАУЧНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ

«Цель науки - прогноз».
А.Л.Чижевский. Эхо солнечных бурь

«Наука, задача которой состоит в понимании природы, должна исходить из предположения возможности этого понимания и согласно этому положению должна делать свои выводы и заключения».
Г.Гельмгольц. Фарадеевская речь

«Надо любить истину так, чтобы всякую минуту быть готовым, узнав высшую истину, отречься от всего того, что прежде считал истиной».
Лев Толстой. «Исповедь»

1.1. Цели естествознания. Принцип познаваемости природы

Прежде чем говорить о методологии какой-либо общей теории естествознания, необходимо ответить на вопрос о целях естествознания. Уточнение цели необходимо потому, что тот или иной ответ определяет в значительной степени методологию всей науки.

Известны высказывания, когда целью естествознания объявлялась возможность прикладных использований полученных достижений науки. Существуют иные мнения, согласно которым задачей науки является получение функциональных (математических) зависимостей, экстраполирующих полученные экспериментальные результаты и объявляемых далее «законами» материального мира.

Однако есть основания утверждать, что указанные мнения являются явно недостаточными и даже неправильными. В самом деле, объявление прагматических целей как первоочередных и единственных неминуемо приводит к тому, что собственно познание природы отодвигается на второй план или снимается совсем, в результате чего и прикладные достижения оказываются поверхностными и случайными. Как показывает опыт, наибольшие практические результаты лежат на стыке наук, а для этого необходимо изучение областей, казалось бы, не имеющих отношения к поставленной прикладной задаче. Это требует более широкого подхода, изучения многих направлений, а главное, понимание сути процессов, лежащих в основе изучаемых явлений. Получается, что реальная максимальная отдача находится в противоречии с идеей быстрого получения прикладного результата.

Функциональные зависимости, полученные на основе обобщения результатов многих экспериментов, могут оказаться весьма полезными и даже трактоваться как природный «закон», как это произошло, например, с Законом «всемирного» тяготения Ньютона. Однако отсутствие понимания природы явления приводит к идеализации закона и его распространению далеко за пределы той области, в которой он может быть использован. Так, распространение закона Ньютона на всю Вселенную привело к так называемому гравитационному парадоксу. Оказалось

также, что не все небесные тела строго подчиняются закону Ньютона даже в пределах Солнечной системы. Например, имеются трудности в объяснении смещения перигелия Меркурия, а также в объяснении движения планеты Плутон. Непонимание внутренней сути явлений приводит к тому, что сами явления понимаются поверхностно, и это не только не позволяет использовать в полной мере заложенные в них возможности, но даже описать их математически с необходимой полнотой.

Таким образом, ни прикладные, ни описательные цели не могут являться главными для естествознания. Главной целью естествознания является изучение объективных законов природы на основе понимания физической сущности явлений, их внутреннего механизма.

Однако при этом возникает вопрос, возможно ли такое понимание в принципе.

Как известно, каждый предмет и каждое явление имеют бесчисленное множество свойств. Количественно охарактеризовать каждое свойство можно лишь с определенной точностью. Учесть все свойства даже одного предмета или одного явления невозможно, так же, как и нельзя даже одно свойство оценить с абсолютной точностью, т.е. с нулевой погрешностью. Поэтому любое описание предмета или его физическая модель всегда приближенны, так же, как и численная характеристика каждого его свойства. Это значит, что полностью ни один предмет и ни одно явление мы знать не будем никогда. Всегда из всей совокупности свойств будет учитываться только некоторая их часть, а эта часть будет исследоваться с определенной погрешностью.

Тем не менее это не означает непознаваемости природных явлений. Их всегда можно будет узнать с должной степенью достоверности применительно к конкретной цели исследования, выделив из совокупности всех свойств те, которые существенны для конкретной решаемой задачи, и с той допустимой погрешностью, величина которой определена условиями задачи. Но по мере усложнения задач, увеличения их числа и разнообразия, роста требований к точности исследователь вынужден все более углубляться в предмет исследования, усложнять инструментарий, повышать требования к точности, и этот процесс бесконечен. На каждом этапе мы получаем лишь часть знаний о предмете, но если исследования носят объективный и систематический характер, то по крайней мере часть знаний будет истинной, а часть – недостаточной. Следовательно, всякая истина относительна и зависит от цели исследования. Но это означает принципиальную познаваемость природных явлений, хотя на каждом этапе и неполную познаваемость.

Основной линией развития всего естествознания и физики, в частности, на всех этапах и уровнях развития может явиться только все более глубокое понимание природных явлений. А что такое понять или объяснить явление?

Понять явление совсем не означает дать ему адекватное математическое описание, как это часто указывается в методической литературе (например, когда предполагается, что общая теория относительности «объясняет» гравитацию, поскольку она описывает это явление в тензором виде). Математическое, функциональное описание никаким образом не вскрывает ни причин существования в природе этого явления, ни природы явления. На самом деле, объяснить явление - означает объяснить его природу, объяснить причины, по которым это явление существует и по которым оно ведет себя именно так, а не иначе. А это означает необходимость:

- выявления внутренней сущности явления, его механизма, т.е. движений материи на уровнях организации более глубинных, чем само явление;
- причин движения каждой из частей (почему возникло это движение);
- механизма взаимодействия этих частей между собой;
- взаимодействия этих частей с частями других явлений и материальных образований.

Познаваемость явлений означает возможность вскрытия их внутренней сущности, т.е. внутреннего механизма, что безусловно предполагает наличие частей и строительного материала у каждого физического тела, вещества, предмета и явления, следовательно, существование материи на всех уровнях ее организации, наличие структуры у каждого иерархического уровня материи, наличие движения материи и энергии, а также взаимодействие материальных образований с другими материальными образованиями и сведение физических полей к движениям материи.

Это означает, что нужно суметь разложить явление на его материальные составляющие, на части и проследить причинно-следственные взаимодействия между ними. Не поверхностное качественное и не функционально-количественное описание, а выявление внутренней сути явления есть понимание и объяснение явления. И поэтому главной целью естествознания является вскрытие природы всех явлений, т.е. вскрытие внутренних механизмов явлений, анализ причинно-следственных отношений между материальными образованиями, участвующими в изучаемых явлениях и эффектах, и на основе изучения механизмов отдельных явлений выявление общих для всех явлений закономерностей.

Раскрытие этих связей и отношений и составляет сущность объяснения явления, а уже на этой основе можно и дать описание явления, сформулировать допущенные приближения и определить область распространения найденных закономерностей. Это дает возможность при необходимости уточнить полученные закономерности.

Таким образом, математическое, функциональное описание явлений оказывается следующим после выявления их физической сущности шагом. Сначала физика, а потом только математика. А использование полученных закономерностей в решении прикладных задач становится естественным результатом, итогом деятельности науки, которая для того и существует, чтобы быть полезной человечеству в его взаимодействии с природой.

Возможность познания механизмов природных процессов продемонстрирована всей историей естествознания.

Еще в конце XVIII - начале XIX столетий известным французским физиком Андре Мари Ампером (1775-1836) была сделана попытка найти принципы «естественной классификации» всех известных к тому времени наук, которых тогда насчитывалось около 200. В созданной им системе он поместил на первом этаже как науку физику, на втором химию, как бы выводя ее из физики.

В середине XIX в. почти одновременно рядом естествоиспытателей и философов, в частности, немецким химиком Фридрихом Августом Кекуле (1829-1896) на основе тщательного изучения истории развития естественных наук были выдвинуты идеи об иерархии наук в форме четырех ее последовательных основных ступеней – механики, физики, химии, биологии. Такая субординация наук

позволяла выводить одну науку из другой. Поэтому физику (как учение о теплоте) называли механикой молекул, химию – физикой атомов, а биологию – химией белков или белковых тел. Такое сведение «высшего» к «низшему» получило название «редукционизма».

Однако дело оказалось не только в удобной классификации наук. С точки зрения выяснения устройств старших материальных образований из младших дело сводилось к тому, что каждое старшее образование оказывалось комбинацией соответствующих младших образований, например, молекула, свойства которой изучалось химией, оказывалась комбинацией атомов, свойства которых изучались физикой. Клетка живого организма, изучаемого биологией, оказалась комбинацией молекул веществ, изучаемых химией, а процессы жизнедеятельности организмов, изучаемых физиологией как части биологии, оказались набором химических процессов.

На этом пути оказалось возможным разобраться хотя бы в строении высших форм иерархии путем привлечения младших форм как их элементарных «кирпичиков». Правда, скоро выяснилось, что система отличается от груды «кирпичиков», но и это противоречие было преодолено. Таким образом, принципиальная методология естествознания была найдена еще в XIX столетии.

Одновременно с этим шло сокращение числа так называемых несводимых сущностей. Теории флогистона и теплорода потерпели поражение, когда выяснилось, что теплота – это все то же механическое движение молекул. Звук оказался не потоком «фононов», а механическими колебаниями упругой среды.

Признание непрерывности причинно-следственных цепей событий подразумевает, вообще говоря, единый внутренний механизм у всех элементарных явлений и взаимодействий, во всяком случае, не исключает такого механизма. Интересно отметить, что история показывает, как, несмотря на возрастающее число разнообразных явлений и, казалось бы, возрастающую возможность размножения вариантов механизмов явлений, на самом деле в процессе развития естествознания, по крайней мере, последние два века шел процесс сокращения числа этих вариантов.

Так, например, в 1822 г. Фурье пришел к выводу, что «...какими бы всеобъемлющими ни были механические теории, они никак не применимы к тепловым эффектам. Тепло принадлежит к особому разряду явлений, которые не могут быть объяснены законами движения и равновесия». А уже в 1868 г. Больцман показал, что тепловое движение есть разновидность механического движения.

Этот процесс сокращения числа разновидностей взаимодействий продолжается. В настоящее время оно сведено к четырем: ядерному сильному, ядерному слабому, электромагнитному и гравитационному. Однако признание замкнутости причинно-следственных цепей всех событий приводит к выводу, что в основе этих четырех взаимодействий должен иметь место единый процесс и что этот процесс – механический. И не должно возникать никаких сомнений в принципиальной познаваемости этих процессов.

С точки зрения методологии естествознание прошло три стадии своего развития и вступает в четвертую.

На первой стадии формировались представления об окружающем мире как о чем-то целом и появилась натурфилософия – философия природы, превратив-

шаяся во всеобщее вместилище идей и догадок, ставших к XIII–XV столетиям начатками естественных наук.

Вторая аналитическая стадия, начало которой может быть отнесено к XV - XVI вв., характеризуется выделением частностей и разделением наук. Это привело к созданию ряда частных наук – физики (включая механику и астрономию), химии, биологии (включая медицину) и некоторых других, еще более частных.

Особенностью этой стадии явилось преобладание эмпирических (опытных) знаний над теоретическими. Это было закономерно, поскольку сначала надо накопить факты, а уж затем объяснять и обобщать. На этой стадии основным являлось изучение предметов, а не процессов. И еще важной особенностью являлось то, что сама природа рассматривалась как неизменная, не изменяющаяся.

Третья синтетическая стадия может быть отнесена к середине XIX – началу XX столетий, связана с попытками воссоздания целостной картины природы на основе ранее познанных частностей. Особенностью этой стадии явилось то, что накопленные многочисленные разрозненные знания нужно было обобщить и систематизировать. В отдельных областях науки это было сделано, например, в биологии (Дарвинизм) и химии (на основе Периодической системы элементов). Но обобщить всю природу не удавалось, во-первых, потому, что на уровне микромира не было накоплено необходимого объема знаний, а во-вторых, потому, что были допущены принципиальные методологические ошибки в ведущей области естествознания – в теоретической физике.

Ошибки заключались в принципиальном отказе от попыток выяснения физической сути внутренних механизмов явлений, предпочтении феноменологии перед динамическими методами исследований, узаконивании постулативного метода и замене физических представлений абстрактной математикой. Принципиальной ошибкой явилось также необоснованное исключение из физики эфира – среды, заполняющей все мировое пространство, являющейся строительным материалом для всех видов организованной материи, движения которой составляют сущность всех процессов взаимодействий материальных образований.

Четвёртая интеграционная стадия только наступает. Она должна на новом этапе обосновать принципиальную целостность естествознания путем выявления тех внутренних механизмов, которые лежат в основе всех природных явлений.

1.2. Физика как основа естествознания

В развитии естествознания физика всегда играла основополагающую роль. Это связано с тем, что, во-первых, все области естествознания опираются на общие физические законы природы, а во-вторых, все явления природы имеют внутренние механизмы, познать которые можно только понимая их физическую сущность.

Само слово «физика» происходит от греческого «physis» – «природа». Именно так называлось одно из сочинений древнегреческого философа и ученого Аристотеля (384–322 до н.э.), ученика Платона и учителя Александра Македонского. Аристотель писал: «Наука о природе изучает преимущественно тела и величины, их свойства и виды движения, а кроме того, начала такого рода бытия».

Вследствие общности и широты своих законов физика всегда оказывала воздействие на развитие философии и через нее – на развитие всех естественных наук, включая их теоретические основы, методологию, направления исследований, инструментовку, обработку и интерпретацию результатов.

В своей основе физика – экспериментальная наука: ее законы базируются на фактах, установленных опытным путем. Эти законы представляют собой количественные соотношения и формулируются на математическом языке. Различают ***экспериментальную физику*** – опыты, проводимые для обнаружения новых фактов и для проверки известных физических законов, и ***теоретическую физику***, цель которой состоит в формулировке законов природы и в объяснении конкретных явлений на основе этих законов, а также в предсказании новых явлений. При изучении любого явления опыт и теория в равной мере необходимы и взаимосвязаны.

Физические методы использовались в древности в первую очередь применительно к астрономии и были связаны с необходимостью определения времени и ориентации во время путешествий. Изобретение компаса существенно упростило проблемы навигации при мореплавании.

Изобретение микроскопа нидерландским мастером Э.Янсеном (1590) и зрительной трубы Г.Галилеем (1609–1610) привело к быстрому росту прикладных исследований в разных областях. Первые блестящие успехи применения микроскопа в научных исследованиях связаны с именами Р.Гука, который около 1665 г. с его помощью установил клеточное строение животных и растительных тканей, и особенно А.Левенгука, открывшего с помощью микроскопа микроорганизмы (1673–1677). В дальнейшем исследования с помощью микроскопа стали непременной составляющей исследований в самых разнообразных областях естествознания.

Становление механики в XVI–XVII вв. привело к широкому использованию хронометрических методов для исследования скорости протекания различных процессов, а становление теплотехники – к использованию термометрических методов для изучения свойств различных материалов и физических тел. Развитие электротехники в XIX в. привело к созданию широкой гаммы измерительной техники. Но еще в начале XX в. такие эпохальные открытия, как открытие Э.Резерфордом атомного ядра, можно было делать с помощью сравнительно простой аппаратуры.

В дальнейшем эксперимент стал очень быстро усложняться. Неизмеримо выросла роль измерительной и вычислительной техники. Современные экспериментальные исследования в области атомного ядра и элементарных частиц вещества, радиоастрономии, квантовой электроники и физики твердого тела потребовали изменения подходов и масштабов использования физических методов исследований.

В настоящее время физические методы исследований играют решающую роль во всех естественных науках. Электронный микроскоп на несколько порядков повысил возможности различения деталей объектов, позволив наблюдать отдельные молекулы и даже атомы. С помощью рентгено-структурного анализа изучаются не только кристаллы, но и сложнейшие биологические структуры, даже вирусы. Метод «меченых» атомов играет огромную роль в исследовании обмена веществ в живых организмах. Многие проблемы биологии, физиологии и медицины были решены с их помощью. Ультразвук и другие физические методы применяются в медицине для диагностики и терапию. Революция в биологии, связанная с возник-

новением молекулярной биологии и генетики, была бы невозможна без физики. Физические методы исследований, включая методы ядерной физики, широко применяются в геологии и астрономии. То же касается и многих других наук.

Сегодня физика образует фундамент главнейших направлений техники и практически всех видов технологий. Электротехника и энергетика, радиотехника и электроника, вычислительная техника, светотехника, строительная техника, гидротехника, значительная часть военной техники выросли на основе физики.

Таким образом, от физики зависит многое, и это накладывает на саму физику и на ученых, работающих в этой области, особую ответственность, поскольку их взгляды на реальность и их достижения самым непосредственным образом сказываются на развитии всех областей естествознания. И поэтому особую роль в естествознании имеет теоретическая физика.

Зарождение теоретической физики произошло в древние времена в виде натурфилософии, т.е. философии природы, представляющей собой умозрительное истолкование природных явлений. Крупные представители древнегреческой стихийно-материалистической Ионийской школы – Фалес, Анаксимен, Анаксимандр (Милетская школа), Гераклит Эфесский, Диоген Аполлонийский – руководствовались основной идеей о единстве сущего, происхождения всех вещей из некоторого первоначала (апейрона) и первостихий – земли, воды, воздуха и огня, а также о всеобщей одушевленности материи.

После длительного периода средневековья, когда все объяснялось божественным промыслом, интерес к природе как объекту познания и к ее теоретическому осмыслению вновь возник в эпоху Возрождения. Большой вклад в теоретическое осмысление природы в целом и к физическим явлениям внесли мыслители Дж.Бруно (1548–1600), утверждавший идею бесконечной природы и бесчисленного множества миров и сожженный за это на костре; Б.Телезио (1509–1588), полагавший, что главными движущими силами природы являются тепло и холод и что тепло - источник всякой органической жизни; Т.Кампанелла (1568–1639), создатель коммунистической утопии, преследовавшийся церковью по обвинению в ереси, отсидевший 27 лет в тюрьме и написавший там десятки сочинений по философии, политике, астрономии и медицине.

Особое развитие натурфилософия позже получила в немецкой классической философии Фридриха Шеллинга (1775–1854), взгляды которого основывались на принципах объективно-идеалистической диалектики природы как живого организма.

Естествознание в целом и его основа – физика – оказались тесно связанными с философией и уже в XVI в. вошли в противоречие с религиозными установками. Уже начиная с XVIII в. религия по сути прекратила свое вмешательство в науку. Но с этого момента в самой науке началась борьба научных школ за утверждение своих теорий.

Однако в основе самых различных теорий в разных областях естествознания лежат установки теоретической физики, основные положения которой определяют теоретические основы всех конкретных наук о природе. Поэтому ответственность физиков-теоретиков перед наукой особенно велика, ибо их мировоззренческие ошибки могут иметь далеко идущие последствия для всего естествознания.

В XX в. борьба концепций в естествознании не только не утихла, но и в ряде

областей приобрела драматический характер. Достаточно вспомнить о борьбе научных школ при становлении теории относительности А.Эйнштейна в начале века, становлении квантовой механики в 20-е годы, дискуссии в области генетики и кибернетики в конце 40-х – начале 50-х годов.

В настоящее время вновь обостряется борьба концепций в области теоретической физики. Это связано с общим кризисом физики, фактически переставшей играть руководящую роль при проведении прикладных исследований практически во всех областях естествознания. И хотя все естественные науки опираются на действующую в теоретической физике ***парадигму*** – основную систему взглядов на устройство мира, она уже мало кого сегодня устраивает. Прикладные проблемы естествознания стучатся в дверь, и это в очередной раз требует ревизии основ физической теории.

1.3. Материализм и идеализм в естествознании

На протяжении всей истории естествознания в нем борются два главных философских направления – ***материализм*** и ***идеализм***. В чем их суть?

Основой ***материалистического мировоззрения*** является признание первичности материи и вторичности сознания. Это означает, что материализм исходит из того, что материя, природа объективна, существует независимо от нашего сознания, и человек, сам являясь частью природы, если он хочет использовать ее силы, должен изучать природу такой, как она есть, и делать из этого для себя выводы. Тем самым его представления о природе, его сознание будут вторичны. И если в результате столкновения с природными явлениями человек откроет для себя новые стороны, он должен быть готов изменить свои представления, уточнить их, а возможно, и вовсе отказаться от них, заменив на другие.

При этом человек должен не забывать, что полностью уяснить все явления природы и даже каждое отдельное явление во всей полноте он не сумеет никогда, его знания о каждом явлении и тем более о всей природе будут всегда частичны, во многом поверхностны. Это принципиально и связано с тем, что каждое явление имеет бесчисленное множество сторон и качеств, изучить все их не хватит ни времени, ни сил. Поэтому человеку в его взаимодействии с природой всегда приходится выбирать то главное, на чем нужно, по его мнению, сосредоточиться. Следовательно, знания всегда были и будут неполными и всегда должны пополняться и развиваться.

Таким образом, при материалистическом подходе исследователь воспринимает природу такой, как она есть, и если факты противоречат его представлениям о ней, он изменяет свои представления, полагая факты истиной.

Основой ***идеалистического мировоззрения***, наоборот, является представление о допустимости конструирования природы. Исследователь создает себе некоторое представление о природных явлениях, а затем доказывает, что природные явления соответствуют его представлениям о них. Здесь на первое место выступают идеи, а на втором месте - явления природы. И если природные факты не соответствуют представлениям исследователя, то он меняет не свои представления, а начинает искажать факты.

В этом плане современная теоретическая физика являет собой образец идеалистического образа мышления. И главным признаком этого является ее ***постулативность***.

Что такое постулат? Согласно [6] «...***постулат*** (от лат. postulatum – требование) – предложение (условие, допущение, правило), в силу каких-либо соображений «принимаемое» без доказательств, но, как правило, с обоснованием, причем именно это обоснование и служит поводом в пользу «принятия» постулата. Характер «принятия» может быть различным. ...При всей разнородности примеров общим для них является то обстоятельство, что, не жалея доводов, призванных убедить в разумности («правомерности») предлагаемых нами постулатов, мы в конечном счете просто *требуем этого принятия* (курсив мой – В.А.), в таких случаях говорят, что выдвигаемые на эту роль предложения «постулируются». В аксиоматическом методе предложение принимается в качестве истинного». Так написано в энциклопедии.

Из изложенного видно, как высока ответственность обоснования постулатов. Например, известно, что геометрия Евклида основана на пяти группах постулатов (сочетания, порядка, движения, непрерывности, параллельности). Пятый постулат (через одну точку, не лежащую на данной прямой, можно провести только одну прямую, параллельную данной) явился предметом ожесточенных дискуссий в XIX в.

Противоположное утверждение Лобачевского, выдвинутое им в 1826 г., о том, что через одну точку, не лежащую на данной прямой, можно провести не одну, а по крайней мере две параллельные ей прямые, привело к построению неевклидовой геометрии. Появление этой геометрии было расценено современниками как переворот в геометрии, а сам Лобачевский был назван «Коперником геометрии». На этом примере видна роль постулативного метода построения теорий: каков исходный постулат, такова будет и теория.

На приведенном сопоставлении двух геометрий стоит остановиться подробнее.

Как известно, основой геометрии Лобачевского является измененная форма пятого постулата Евклида. В результате выдвижения постулата о том, что через точку, лежащую вне прямой, можно провести в общей плоскости по крайней мере две прямые, параллельные данной, Лобачевский построил целую геометрию, последовательно пройдя доказательство всех теорем и нигде не войдя в противоречие. Спрашивается, эквивалентны ли обе геометрии - евклидова и неевклидова и каково их отношение к реальной действительности?

Ответ прост. Геометрия Евклида отражает реальную действительность, поскольку весь опыт естествознания показал, что через точку, лежащую вне данной прямой, можно провести только одну прямую, параллельную ей. Это не постулат, а вывод из накопленного опыта практической геометрии. Не было ни одного реального случая, чтобы это было не так. А это значит, что геометрия Евклида отражает реальный мир, и ее выводы и построения можно использовать для решения практических задач. Это пример материалистического подхода к построению теории.

Неевклидова же геометрия Лобачевского основана на выдумке, постулате, не имеющем отношения к реальности, так как неизвестно ни одного реального случая, когда через точку, лежащую вне прямой, кому бы то ни было удалось провести хотя бы две параллельные этой прямой линии, не совпадающие друг с

другом, не говоря уже о множестве. Поэтому геометрия Лобачевского – игра логики, не имеющая никакого отношения к реальности, так же, как и выводы из нее. Всё это не более чем демонстрация беспредельных возможностей человеческой логики и фантазии.

Но дальше на этой основе начались многочисленные бесплодные попытки приложения этой теории к реальной действительности. Много говорилось о том, что геометрия Лобачевского годится только для очень больших треугольников, которые могут реально существовать лишь в космосе. Начались поиски фактов, якобы подтверждающих применимость геометрии в обычных условиях, и при этом началась подгонка фактов под теорию. Это можно было сделать потому, что каждое измерение сопровождается погрешностями и в каких-то пределах всегда можно исказить факт, если поставлена цель – подтвердить теорию во что бы то ни стало. И таким образом, геометрия Лобачевского – это пример теории, не вытекающей из опытных данных, это пример идеалистического подхода к построению теории. Практически же геометрия Лобачевского оказалась забытой, никому не нужной, ибо не имела никакого отношения к практике.

Но существует и более поздний пример, имеющий прямое отношение к современной концепции естествознания. Речь идет о специальной теории относительности Эйнштейна и квантовой механике, являющихся основой современной теоретической физики и через нее основой всего современного естествознания. В основании первой лежит пять постулатов, в основании второй – девять постулатов (здесь они называются «принципами»). Другие теории, основанные на этом фундаменте, развивают положения СТО и квантовой механики и добавляют свои постулаты: общая теория относительности добавила к упомянутым еще пять других постулатов, квантовая теория поля – еще четыре постулата, а общее число постулатов современной теоретической физики перевалило за три десятка. Все эти теории дают некоторые следствия, которые сопоставляются с фактами. Совпадение этих следствий с результатами экспериментов трактуется как правильность выдвинутых постулатов и как правильность теорий, основанных на этих постулатах.

На самом же деле каждый факт может соответствовать не одной, а множеству теорий, и его соответствие данной теории не означает ее правильности, так как теория должна соответствовать не одному, а всем известным фактам естествознания.

Выдвижение постулатов как предшественников теории и отнесение материи на второе место как обязанной соответствовать этим постулатам и есть идеализм в науке.

Такой подход рано или поздно войдет в противоречие с опытными данными, что потребует пересмотра этих теорий. И хотя постулат базируется на некоторых экспериментальных данных, он вовсе не вытекает из них как вывод, а привносится извне, как бы независимо от этих данных, которые служат лишь толчком для выдвижения постулата. Но, кроме того, выдвинутые постулаты распространяются их авторами далеко за пределы той области, которая послужила источником «толчка» для создания постулата. Так было со всеми постулатами теории относительности.

А далее под положения постулата начинают подбираться факты, и те, которые соответствуют постулату, подносятся как «подтверждение» постулата и выте-

кающей из него теории, а те факты, которые ему не соответствуют, просто отбрасываются.

Это и есть идеализм в науке, когда сознание, т.е. идея, выдумка оказываются на первом месте, а то, что есть на самом деле в природе – на втором. И именно такое положение прочно укоренилось в современной теоретической физике.

Что сделала в этом плане теория относительности Эйнштейна? На основании того, что Эйнштейн не сумел объяснить результаты экспериментов Майкельсона по обнаружению эфирного ветра, он объявил их «нулевыми», хотя на самом деле они таковыми не были. И далее он ввел свой главный постулат, согласно которому эфир в природе отсутствует. Это сразу же лишило естествознание базы для дальнейшего развития. «Элементарные частицы» вещества оказались лишенными строительного материала.

У них не стало структуры, и стало совершенно непонятно, откуда же и за счет чего у них появились все эти их свойства - электрический заряд и магнитный момент, спин, энергия связей и т.п. Силовые поля оказались никак не устроенными, и до сих пор все их можно описывать математически, но нельзя понять, какова их природа. Все естествознание в конце концов забрело в тупик.

Квантовая теория дала неплохие методы вычислений, хотя весьма ограниченные в своих возможностях. Но она же, введя «принцип неопределенности Гейзенберга» и отказавшись от строительного материала на уровне микромира, тем самым лишила науку возможности разбираться с сущностью физических явлений.

В результате всего этого математика стала главенствовать над физикой. Физические представления о внутренней сущности явлений вообще исчезли. Мало того, отсутствие внутреннего механизма, внутренних движений материи стало возводиться в принцип устройства мира. Не зря Эйнштейн в свое время сказал, что аксиоматическая основа физики должна быть «свободно изобретена»! И пошли физики-теоретики «изобретать» наш физический мир.

Результатом такого «изобретательства» явились не только многочисленные абстрактно-математические теории, но и серьезные экономические затраты типа затрат на «Токамаки», на синхрофазотроны и т.п., которые оказались столь дороги, что их не смог потянуть государственный бюджет.

Между тем совсем рядом лежит другое направление развития теорий, не требующее «свободного изобретательства», но требующее изучения реальных физических явлений и их обобщения. В этом направлении – материалистическом, потому что оно занимается изучением и обобщением явлений реального материального мира, теории являются следствием из таких обобщений. Ни одно реальное явление не может при таком подходе оказаться «непризнанным» или «антинаучным», потому что оно проистекает из реальности. Если теории не учитывают того или иного явления, то факты не отбрасываются, а изменяется теория. И никаких противоречий с реальностью при таком подходе быть не может, и постулатам в этом случае просто нет места.

Нет сомнения, что только материалистическому подходу принадлежит будущее в естествознании.

1.4. Метафизика и диалектика. Относительность истины

Метафизика - метод подхода к явлениям природы и общества как к отдельным, изолированным друг от друга и неизменным во времени. Метафизика обычно противопоставляется диалектике, которая рассматривает явления в процессе их становления, развития и уничтожения и во взаимосвязи с другими явлениями природы.

В философской литературе установилось отрицательное отношение к метафизике как к ненаучному методу, неправомерно упрощающему действительность. Метафизика обычно противопоставляется *диалектике* – учению о становлении и развитии сущностей. В этом есть определенная доля истины, поскольку каждое явление на самом деле находится в непрерывном изменении и поскольку ни один предмет и ни одно явление не могут существовать изолированно от других предметов и явлений.

Однако одновременно следует заметить, что попытка проанализировать любой предмет или явление во всем многообразии их качеств, да еще с учетом всех изменений и во взаимосвязи со всеми другими предметами и явлениями заранее обречена на провал, поскольку число свойств у каждого предмета и у любого явления бесконечно велико, число взаимодействующих с ними окружающих других предметов и явлений тоже бесконечно велико, и учесть все их невозможно. А поэтому описание любого предмета или явления носит ограниченный характер и, следовательно, метафизично. То же относится и к любым исследованиям.

Из изложенного следует, что при изучении явлений метафизический подход так же необходим, как и диалектический метод, и что они должны рационально сочетаться.

Хороший пример в этом вопросе дают соотношения статики и динамики.

Как известно, изучение механики начинается со статики – раздела, посвященного изучению равновесия материальных тел под действием сил. Статику разделяют на геометрическую и аналитическую. Геометрическая статика основывается на представлениях о механической системе как о некоторой геометрической совокупности расстояний между материальными точками. Эти расстояния выражены частями механической системы, представляющими абсолютно твердое тело, не подверженное никаким деформациям. Силы в такой системе приложены к отдельным ее точкам.

Если к такой точке приложены две силы, действующие под некоторым углом, то они складываются по правилу параллелограмма. Эти силы уравновешиваются только тогда, когда они направлены точно в противоположные стороны и равны по величине. Прибавление или вычитание уравновешенных сил ничего в такой системе не меняет.

К основным понятиям статики относятся понятия о силе, о моменте сил относительно центра и относительно оси и понятие о паре сил.

Аналитическая статика основывается на тех же представлениях, но описывает состояние механической системы в виде некоторой системы уравнений.

Необходимые и достаточные условия равновесия упруго деформируемых тел, а также жидкостей и газов рассматриваются соответственно в теории упругости, гидростатике и аэростатике.

В статике отсутствует понятие движения тел, ускорения и силы, связанные с инерцией масс, которые являются предметом динамики – раздела механики, посвященного изучению движения материальных тел под действием приложенных к ним сил. В основе динамики лежат три закона Ньютона. Первый закон (закон инерции) утверждает, что материальная точка находится в состоянии покоя или равномерного движения, если на нее не действуют никакие внешние силы; второй закон устанавливает, что при действии силы тело получает ускорение пропорциональное величине силы и обратно пропорциональное ее массе; третий закон устанавливает равенство сил действия и противодействия. Здесь появляется понятие о количестве движения.

Задачи, связанные с вращением и криволинейными траекториями тел, являются результатом развития Второго закона Ньютона. Здесь появляются представления о моменте инерции, моменте количества движения и т.п.

На базе этих представлений позже были развиты представления об относительном движении, в котором пришлось учитывать переносную и кориолисову силы.

А еще позже были сформулированы такие теории, как теория колебаний, теория устойчивости движения, теория удара, механика тел переменной массы и пр.

При этом при решении каждой конкретной задачи исследователю приходится формулировать граничные условия, чтобы отрешиться от всей системы внешних воздействий, а также начальные условия, чтобы отрешиться от тех процессов, которые имели место в системе до начала рассматриваемого этапа движения тела. Таким образом, имеет место этапность развития представлений об изучаемом явлении: сначала представление о статическом устройстве системы, а точнее об его физической модели, затем представление о формах ее движении, затем представление о граничных и начальных условиях этого движения, затем представления о сопутствующих этому движению обстоятельствах, например, о трении в местах соединения частей системы и т.д. И на каждом этапе этого рассмотрения приходится обосновывать тот круг явлений, который учитывается, потому что учесть все обстоятельства, связанные с каждым этапом, невозможно в принципе. Это и есть метафизика. Но сам факт поэтапного уточнения поведения системы по мере учета ее динамики с привлечением все большего числа обстоятельств есть диалектика. Из приведенного примера видна принципиальная необходимость сочетания методов метафизики и диалектики, а вовсе не их противопоставления.

К этому же вопросу примыкает проблема абсолютной и относительной истин.

Абсолютная и ***относительная истины*** – философские понятия, отражающие процесс познания реальной действительности. Диалектический материализм рассматривает познание как исторический процесс движения от незнания к знанию, от знания отдельных явлений, отдельных процессов к более полному знанию. На примере развития механики это хорошо видно. Однако то же происходит во всех областях знания.

На каждом этапе развития мы узнаем любой предмет или явление лишь частично, да еще в зависимости от поставленной исследователем цели. Смена цели вполне может привести к смене представлений о предмете, когда будут изучаться не те стороны предмета, которые были изучены в связи с ранее поставленной целью, а другие.

Это справедливо для всех предметов и явлений: на всех уровнях организации материи. «Электрон так же неисчерпаем, как и атом»,– заметил однажды В.И.Ленин, и это положение является не тавтологией, а руководством к действию.

К этому можно добавить, что никакая область науки не должна останавливаться в своем развитии. Наука, переставшая систематически развиваться, перестает быть наукой, вырождаясь в систему догм, заведомо ограниченных по их применимости, и оказывается барьером на пути развития естествознания.

1.5. Факты и их трактовка

Как справедливо заметил советский изобретатель радиолокатора П.К.Ощепков в своей книге «Жизнь и мечта» [8], ни один факт сам по себе ничего не значит, потому что каждый факт дает лишь отношения величин друг к другу. Один и тот же факт восхода и захода Солнца, наблюдавшегося тысячелетиями, истолковывался самым различным способом. То же относится и к любому другому изолированному факту.

Так же, как через ограниченное количество точек на листе бумаги, может быть проведено бесчисленное множество плавных кривых высшего порядка, точно так же конечное число фактов может вписываться в бесчисленное множество теорий. А кроме того, каждый факт не имеет полной достоверности, поскольку имеются погрешности наблюдений, пристрастность наблюдателя и неучтенные факторы, сопутствующие любому эксперименту. Для повышения достоверности нужно учитывать все больше параметров как самой системы, так и окружающей среды и других систем, взаимодействующих с исследуемой.

По отношению к любому факту возникают следующие проблемы:

1) установление степени достоверности самого факта;
2) выделение причин, породивших данный факт;
3) трактовка факта;
4) формулирование следствий, вытекающих из факта.

Нужно заметить, что далеко не всегда исследователи объективно относятся к достоверности полученных ими или наблюдаемых фактов. Приходится признать, что не все экспериментальные факты, которые считаются «хорошо установленными», на самом деле являются таковыми. Например, по отношению к экспериментам с эфирным ветром, который был проведен Майкельсоном и Морли, в науке установилось мнение о нем как о «нулевом результате», т.е. как об экспериментальном подтверждении отсутствия эфирного ветра и тем самым об отсутствии эфира в природе. Между тем более поздние и более тщательные эксперименты, проведенные тем же Морли совместно с Миллером, а затем Милле-

ром и еще позже самим Майкельсоном, дали положительный результат, который не был признан «научной общественностью». С тех пор считается, что «нулевой результат» экспериментов Майкельсона и Морли – хорошо установленный факт, хотя на самом деле для такого утверждения нет оснований. К сожалению, подобных случаев немало.

При анализе фактов результатов различных экспериментов всегда возникает проблема установления причины по полученным следствиям. И здесь следует отметить, что однозначно этого сделать нельзя, т.к. к одному и тому же следствию может привести различная комбинация причин. Здесь можно привести простой арифметический пример. Одно и то же число можно получить, суммируя любое количество исходных чисел, например, 1 + 6 = 7; 2 + 5 = 7; 3 + 4 = 7 и т.д. Имея результат – 7, невозможно однозначно установить, какие именно слагаемые дали этот результат. Факт налицо, а причины без дополнительных оговорок или сопоставления с другими фактами установить нельзя.

Меняя условия проведения эксперимента, можно добиться изменения следствий при сохранении тех же причин, потому что сами условия, в которых протекает изучаемое явление, также выступают в качестве причин этого явления, хотя, может быть, и менее существенных, чем главная его причина. Таким образом, выделение некоторого определенного фактора как основной причины рассматриваемого следствия – достаточно условно и всегда должно тщательно обосновываться и многократно перепроверяться.

Поэтому для установления причины необходимо в широких пределах варьировать условия экспериментов с тем, чтобы реально выявить те основные факторы, которые должны приводить к нужному результату, и определить те условия, при которых обеспечивается их повторяемость. Очень часто в экспериментах пренебрегают внешними условиями, например, влиянием температуры, влажности, всевозможных полей, оказывающих влияние на ход эксперимента. А в результате и выводы о реальных причинах, вызывающих полученные результаты, оказываются неверными.

Особо следует остановиться на трактовке полученных экспериментальных результатов. Как правило, сама постановка экспериментов, если только речь не идет о случайных находках, что тоже бывает, готовится на основании некоторых теоретических соображений. От эксперимента исследователи ждут определенного результата, и когда ожидаемый результат получен, то сообщается о том, что теория, на основании которой получен эксперимент, подтверждена. Однако на самом деле это неверно в корне, потому что один и тот же результат может быть предсказан разными теориями, число их принципиально не ограничено.

Так, поставленные для подтверждения теории относительности эксперименты, успехи которых однозначно трактуются как «блестящие» подтверждения именно этой теории, на самом деле более или менее соответствуют так называемым преобразованиям Лоренца, которые дали основу математическому аппарату теории относительности.

Однако сами эти преобразования были получены Лоренцем за год до создания теории относительности и исходили из совершенно противоположных

посылок: теория относительности Эйнштейна отвергла эфир, а теория Лоренца исходила из наличия в природе эфира. Так какую же теорию «подтверждают» результаты экспериментов, Эйнштейна или Лоренца? Поэтому эксперименты, давшие отрицательный результат, исходную теорию уничтожают, а давшие положительный результат не подтверждают теорию, а всего лишь не противоречат ей.

Таким образом, трактовка факта должна производиться не только на основе исходной теории, но и из всего опыта, накопленного естествознанием, и из его материалистической философии, проверенной многолетней практикой.

И наконец, следствия, вытекающие из трактовки результатов эксперимента, должны давать в свою очередь повод для постановки новых экспериментов, для построения новых гипотез и теорий, для создания новых устройств и применения их в прикладных областях. Ибо фундаментальная наука, тем более такая, каковой является естествознание, служит для того, чтобы из нее в конце концов проистекала практическая польза для человека.

1.6. Причинность и случайность в естествознании

Взаимоотношения ***причинности*** и ***случайности*** всегда были одним из важных моментов познания. В любом явлении общее количество взаимодействующих элементов бесконечно велико, и поэтому все их учесть невозможно. Однако в большинстве случаев решающим, основным является ограниченное количество элементов, и их взаимодействие может быть реально прослежено. Тогда становится понятным, какие взаимодействия каких элементов выступают как причина явления, а какие оказываются следствием этой причины. При этом причина всегда предшествует следствию, и исключений здесь быть не может. Следствие всегда появляется после причины и никогда до нее. Если такое все же случается, то это означает, что существует другая, возможно неявная цепь причин, которая и вызывает это следствие, а то, что внешне кажется причиной, таковой не является.

Наличие некоторой неопределенности в цепи причинно-следственных отношений говорит о неполноте исследования причин. Причина никогда не существует в чистом виде, она сопровождается другими скрытыми причинами или условиями. Именно потому, что учесть все взаимодействующие элементы в явлении невозможно, в следствии могут проявляться отклонения от тех значений, к которым приводят основные причинные факторы. Про такие отклонения принято говорить, что они случайны. На самом деле они являются следствием неучтенных факторов, влияющих на общий результат, и задача исследователя заключается в отделении одних причин от других и установлении закономерных причинно-следственных отношений в явлениях.

Существует множество методов, с помощью которых такие «случайные» величины могут быть отброшены. Одним из таких методов является статистическая обработка результатов измерений. Усредняя результаты большого числа измерений, можно выделить повторяющиеся систематические результаты и от-

фильтровать несистематические, тем самым отделив основной результат от «случайных» воздействий.

Следствие, являясь результатом причины, в свою очередь влияет на состояние причины. Для того чтобы вызвать некоторое следствие, причинный фактор должен затратить некоторую энергию, тем самым ослабляясь. Здесь имеет место отрицательная обратная связь, которая далеко не всегда учитывается при анализе причинно-следственных отношений. Однако наличием такой обратной связи не всегда можно пренебречь. Например, орбита Земли определяется солнечным притяжением и является следствием притяжении Земли Солнцем. Однако притяжение Солнца со стороны Земли заставляет смещаться и Солнце. Учитывая, что масса Солнца многократно превышает массу Земли, в большинстве расчетов таким смещением можно пренебречь. Но на самом деле, они вращаются вокруг общего центра масс, и в расчетах вековых возмущений орбиты Земли это обстоятельство нужно учитывать. Тем более это касается тяжелых планет.

В мире действует непрерывная цепь причинно-следственных взаимодействий: совокупность причин приводит к некоторому следствию, но само это следствие является причиной для последующей цепочки следствий. Мир есть закономерное движение материи, и наше познание, будучи высшим продуктом природы, в состоянии только отражать эту закономерность. Однако фатальности в причинно-следственных отношениях нет, т.к. во многих случаях можно вмешаться в ход событий и изменить состав причин, добавив или убавив их, тем самым изменив следствие в нужном направлении.

Любопытна роль случайности в открытии законов естествознания.

«Почти все великое, что у нас имеется в науке,– говорил крупнейший немецкий естествоиспытатель и историк Вильгельм Оствальд (1858-1932), найдено при помощи такого неожиданного помощника, каким является господин Случай». Однако внимательное изучение истории естествознания убеждает нас в том, что каждое открытие обусловлено прежде всего самим объектом природы и пройденными перед этим этапами. Каждое открытие готовится трудом предшествующих поколений. Озарение или находка появляются тогда, когда идеи уже «носятся в воздухе», иначе исследователь просто их не заметит. Известный русский ученый Климент Аркадьевич Тимирязев утверждал, что «на случаи наталкиваются ученые, которые делают все, чтобы на них наткнуться». И это справедливо.

1.7. Феноменология и динамика

На протяжении длительного времени в естествознании существуют две основных методологии - феноменология и динамика.

Феноменология (учение о «феноменах» – явлениях) – идеалистическое философское направление, стремящееся освободить сознание от натуралистических установок.

Приверженцы феноменологии, а это сегодня подавляющая часть физиков-теоретиков, полагают, что если законы природы «хорошо изучены», то этого

достаточно и устройство природы знать не нужно. Совсем не обязательно выяснять, почему эти законы именно такие. Такие уж они есть, и наша задача не доискиваться причин существования этих законов, а уметь ими правильно пользоваться. Короче говоря, достаточно внешнего описания каждого из явлений, а вовсе не понимания причин, их породивших. Феноменология считает, что можно удовлетвориться лишь внешними проявлениями природы.

Последователи феноменологической методологии считают невозможным и ненужным создание физических моделей, наглядно демонстрирующих сущность каждого физического явления. Ими даже введен в науку «принцип не наглядности», в соответствии с которым представить себе то, что утверждает теоретическая физика, принципиально невозможно, и поэтому затрачивать усилия в этом направлении не нужно, так как все равно ничего не получится. Доискаться до причин, до внутренней природы каждого явления невозможно принципиально. Как, например, можно представить себе искривление пространства или многомерные пространства?

Наиболее просто точку зрения феноменологов выразил Ньютон. Он сказал: «Гипотез я не измышляю!», что означало отказ от попыток представления внутреннего механизма явлений. Здесь поучительна история открытия Ньютоном Закона всемирного тяготения. Ньютон вывел этот закон не из представления о сути явления, а из параметров движения планет Солнечной системы, определенных Кеплером на основе материалов Тихо Браге. Как хорошо известно, почти для всех планет Солнечной системы Закон всемирного тяготения – пропорциональность сил, действующих между небесными телами, произведение их масс и обратная пропорциональность квадрату расстояния – подтверждается. Он нашел широкое применение в расчетах небесной механики. И тут феноменологический подход себя вполне оправдал.

Однако отсутствие представления о физической природе Закона всемирного тяготения привело к тому, что в силу своей «очевидности» этот «закон» был распространен далеко за пределы той области, в которой он был проверен. В результате этого он привел к известному «гравитационному парадоксу», в соответствии с которым в каждой точке пространства гравитационный потенциал оказался бесконечно велик. А движение планеты Плутон не укладывается в рамки закона Ньютона. Может быть он, этот «закон», не совсем «всемирный»?

Сторонники феноменологии – приверженцы ***индетерминизма***, неопределенности в устройстве мира. По их мнению, многое в мире случайно и может оцениваться лишь вероятностными характеристиками. Тем более – микромир. По мнению феноменологов, частицы микромира, обладая всеми своими свойствами – массой, магнитным моментом, электрическим зарядом, спином и т.п., никак сами по себе не устроены. Они не имеют никакой структуры и даже не имеют размеров. Они точечные. А поэтому нахождение электрона в атоме подчиняется только вероятностным законам, носит чисто случайный характер и описывается только статистически. Это и понятно: ведь не допуская даже мысли о том, что «элементарные частицы» вещества как-то устроены, нельзя в принципе разобраться в особенностях их структуры, в их свойствах и особенностях их поведения.

«Принцип неопределенности», получивший имя Гейзенберга, утверждает невозможность одновременного точного определения координат частиц и их импульса (количества движения). Этот «принцип индетерминированности» (по выражению Бома) привел физиков к выводу, что в исследованиях, проведенных на квантово-механическом уровне, точнее, на уровне организации материи на «элементарные» частицы вещества, принципиально не могут быть найдены точные причинные законы детального поведения таких индивидуальных систем и что, таким образом, необходимо отказаться в атомной области от причинности как таковой.

Современная теоретическая физика утверждает, что на уровне микромира никаких механизмов не существует, могут действовать только вероятностные оценки событий и что поэтому нужно оперировать только величинами, которые могут быть измерены непосредственно.

В 1925 году В.Гейзенберг в предисловии к квантовой механике написал: «В работе делается попытка найти основы квантовой механики, которая исходит из соотношений между принципиально наблюдаемыми величинами», и «сделать попытку построить по аналогии с классической механикой квантовую механику, в которую входят только отношения между наблюдаемыми величинами».

Таким образом, из физики исключались внутренние движения материи, которые относились к «принципиально не наблюдаемым» параметрам.

Эта программа, задуманная В.Гейзенбергом еще в 1925 году, была выполнена. Из основ квантовой теории было выкинуто все, что касалось траекторий электронов вокруг атомного ядра. Теория дала великолепные методы вычислений «принципиально наблюдаемых величин» – уровней энергий, частот спектральных линий и т.д. Однако теория уже не могла ничего сказать о траектории электрона в пределах атома, т.к. это было отнесено к «принципиально не наблюдаемым» величинам.

Но главное, что было выполнено этой программой, это то, что из микромира изгнана среда - строительный материал микрочастиц и силовых полей взаимодействий.

Влияние материальных тел друг на друга (действие на расстоянии – «action in distance») производится без какого бы то ни было промежуточного агента. «Нам не нужна среда для передачи энергии взаимодействия! – утверждают они. – Есть она или ее нет, не имеет значения. Мы все равно не сможем понять ее устройства, поэтому лучше всего считать, что ее нет на свете».

Этим утверждением и «принципом неопределенности» наложены ограничения в познавательной возможности человека по проникновению вглубь микромира, и фактически ставится барьер в возможности познания материи и закономерностей реального мира.

Феноменология считает, что если явление функционально (математически) описано, то тем самым оно и объяснено, а на вопрос, почему же все происходит именно так, а не иначе, отвечать вообще не нужно.

Как Нильс Бор в 1913 году «объяснил» поведение электрона, почему электрон не падает на ядро, двигаясь в атоме, который по модели Э.Резерфорда, разработанной в 1911 году, устроен наподобие Солнечной системы? Бор сказал, что электрон не падает потому, что он не теряет энергию. А не теряет энергию

потому, что он ее не излучает. А не излучает потому, что он движется по стационарной («разрешенной», по определению Бора) орбите. Оставалось еще сказать, почему же электрон движется по стационарной орбите. Но тут Бор остановился, и все этим были удовлетворены. А ведь на самом деле никакого объяснения не получилось!

Или еще. «Поле – особый вид материи», как написано во многих учебниках. Но это всего лишь смена ярлыков, ничего вообще не объясняющая.

Все это не объяснения, а тавтология. Нужно признать, что феноменологический подход в своем активе имеет большие успехи. Однако и неудачи тоже масштабны.

Из многих задач, стоящих перед наукой, внешнеописательным методом далеко не все удалось решить. Не удалось и построить единую картину мира, свести все виды взаимодействий в единую систему, хотя этому было посвящено множество усилий таких выдающихся ученых, как, например, Эйнштейн.

За последнее время обнаружен ряд явлений, которые вообще не укладываются в представления современной теоретической физики. Это НЛО - неопознанные летающие объекты, шаровые молнии, полтергейст, биополя, лозоходство (биолокация), телекинез, телепатия и многое другое, о чем современная наука предпочитает либо отмалчиваться, либо объявлять их «лженаукой». Но прикладные проблемы стучатся в дверь, их надо решать, а решать, не понимая сути явлений, становится все труднее. И не случайно не удается решение ряда важных задач, например, обеспечение человечества термоядерной энергией. Непонимание внутреннего механизма явлений навряд ли помогает найти верный путь при решении этой важнейшей задачи, в которую сил и средств вложено достаточно много.

Поэтому сегодня удовлетворяться феноменологией уже нельзя. Нужен иной взгляд на природу, позволяющий проникать в существо природных явлений. Этот способ называется динамическим.

Динамическая (от слова «динамикос» - сила) методология придерживается иного взгляда на способ изучения явлений. Последователи динамической методологии считают необходимым создание физических моделей, наглядно демонстрирующих сущность каждого физического явления. Они пытаются доискаться до причин, до внутренней природы каждого явления, до их внутреннего механизма. Математическое, функциональное описание явления это всего лишь описание этой модели. Поэтому они, как правило, оперируют механическими моделями, в которых все наглядно, сводя тем самым сущность любых явлений к механике, оперирующей представлениями о механических структурах и перемещениях материи в пространстве.

Следует отметить, что выявление внутреннего механизма любых явлений возможно лишь в том случае, если за связями и взаимодействиями материальных образований, участвующими в них, признается принцип причинности. И здесь вновь возникает необходимость разобраться во взаимоотношении причинности и случайности в физических явлениях.

Как правило, в макроявлениях видно, к каким следствиям приводят те или иные причины. Когда же не все учтено, а все учесть невозможно в принципе, то и

результаты частично случайны. Таким образом, случайность выступает не как принцип устройства природы, на чем настаивает современная теоретическая физика, а как результат неполного знания.

Целесообразно напомнить утверждение Ф.Энгельса: «...но где на поверхности происходит игра случая, там сама эта случайность оказывается подчиненной внутренним скрытым законам. Все дело в том, чтобы открыть эти законы».

Любое физическое явление есть следствие внутренних процессов, зачастую неощутимых на достигнутом уровне развития физики, поэтому признание факта причинности имеет принципиальное значение, ибо на всех этапах познания утверждает наличие внутренних механизмов явлений и принципиальную возможность их раскрытия.

Поскольку все исследования производятся с помощью измерительных устройств, то существенной стороной этого вопроса является проблема погрешностей измерений, которые всегда состоят из трех частей:

- методологической погрешности;
- погрешности измерительного прибора;
- погрешности, вносимой измерительным прибором в измеряемую величину.

Методологическая погрешность связана с выбором метода измерения. Измерения редко бывают прямыми, типа, например, измерения линейкой размеров предмета. Обычно измеряется множество функционально связанных друг с другом параметров, полученные результаты косвенно содержат в себе и интересующую величину. Так, при определении массы заряженной частицы получается сложная зависимость между траекторией частицы, напряженностью электрического и магнитного полей, ее зарядом и массой. Неудачный метод создания любого из полей приведет к большим ошибкам, тем более что в процесс измерения вмешивается множество неучтенных факторов, искажающих результаты измерений.

Примеры второй части погрешности всем очевидны, так как сделать измерительное устройство абсолютно точным не представляется возможным. Однако обычно удается подобрать или создать прибор, точность которого оказывается удовлетворительной для конкретного случая.

Примером третьей части погрешности является измерение напряжения вольтметром в электрической схеме: подключение вольтметра снижает напряжение в исследуемой точке схемы на некоторую величину. Для того чтобы сделать эту погрешность как можно меньше, сопротивление вольтметра должно быть как можно больше. Но это связано с дополнительными трудностями, поэтому бесконечно повышать сопротивление вольтметра нельзя. Нужно выбрать такое значение сопротивления, при котором вносимая погрешность окажется меньше некоторой допустимой величины.

Таким образом, точность измерения принципиально повысить можно, хотя реально это не всегда удается, и если для исследований в микромире этого пока сделать не удалось, но не потому, что так устроена природа, а потому, что такие приборы еще не изобрели. Однако если знать, что этого сделать нельзя, то тогда таких приборов никогда не будет создано, а если знать, что принципиально это возможно, то тогда открывается дорога для поисков, и проблема когда-нибудь будет решена.

Подводя итог, нужно отметить, что мир более детерминирован, чем это сегодня принято считать. Индетерминированность так же, как и случайность, не есть принцип устройства природы, а всего лишь признак неполноты нашего знания, его относительность. Поэтому ряд ведущих физиков не согласен с принципиальным индетерминизмом, они рассматривают случайность как следствие не учета объективно существующих факторов. Так, Д.Бом в работе «Причинность и случайность в современной физике» (1959) [4] указывает, что в экспериментах всегда присутствуют несущественные неучтенные факторы, искажающие результаты, что и проявляется как случайность.

Однако следует отметить, что Бом указал лишь на одну сторону проявления случайности. Не менее важной является другая сторона, связанная с тем, что для проявления эффекта на уровне макропроцесса необходимо накопление изменений на уровне микропроцесса. Данное обстоятельство связано со всякого рода нелинейностями, зонами нечувствительности и обратными связями внутренних регуляторов явлений и пр.

Хорошим примером здесь является образование вихрей в потоке жидкости при некотором соотношении между размерами тела, скоростью и вязкостью среды, называемом числом Рейнольдса. До значения этого числа, равного 1000, вихри не образуются совсем, от 1000 до 2000 течение становится турбулентным, но вихри неустойчивы, а по достижении числом Рейнольдса значения 2000 вихри становятся устойчивыми. Если при этом аппаратура построена так, что она способна обнаруживать только вихревые образования, то исследователь мог бы сделать вывод о том, что никаких движений материи на более глубинных уровнях, чем вихри, не существует в природе и что образование вихрей носит случайный характер, хотя видно, что это на самом деле не так.

Советский ученый А.К.Тимирязев в пятидесятые годы в книге «Кинетическая теория материи» [9] отмечал, что «теория» принципиально не наблюдаемых величин не выдерживает ни малейшей критики. Она опровергается всей историей науки. Было время, когда говорили, что молекулы, атомы и электроны принципиально не наблюдаемы. Но вот спинтарископ Крукса, счетчик Гейгера, камера Вильсона, опыты с броуновским движением, если не сделали все эти «принципиально не наблюдаемые» величины видимыми, то, во всяком случае, они прекрасно показывают действия отдельных частиц и молекулярных движений. Соединение интерферометра с телескопом позволило измерять диаметры звезд, что казалось раньше «принципиально недоступным». А в современном электронном микроскопе видны не только молекулы белка, обладающего очень большими молекулами, но и отдельные атомы!

Про Солнце говорилось, что никогда не станет известным, из чего оно состоит. Это было сказано как раз накануне открытия гелия...

К этому следует добавить, что современные данные об устройстве микромира со всей определенностью говорят о том, что существуют не только микрочастицы уровня элементарных частиц вещества, но и значительно более мелкие «кирпичики» мироздания. Иначе чем, как не общностью строительного материала, можно объяснить тот факт, что при соударении микрочастиц они превра-

щаются в другие микрочастицы, и даже возникла поговорка о том, что «каждая частица состоит из всех остальных»?

Сторонники динамического подхода не признают феноменологического принципа «действия на расстоянии», по которому взаимодействие тел происходит без участия промежуточной среды, и придерживаются точки зрения близкодействия, то есть передачи энергии взаимодействий путем непосредственной передачи энергии от одной точки пространства к другой, непосредственно к ней примыкающей. Но для такой передачи без среды – носителя энергии взаимодействий было уже не обойтись.

«Если энергия покинула одно тело и не достигла второго, значит, должна существовать среда, в которой она находится в это время»,– полагал Дж.К.Максвелл. Именно использовав представление об эфире, он вывел свои знаменитые уравнения электромагнитного поля, которыми мы пользуемся более ста лет и без которых были бы немыслимы ни электротехника, ни радиотехника, ни электроника.

Сторонники динамического подхода придерживаются детерминизма, закономерности в любом явлении. Знание механизма явлений, считают они, дает нам возможность понять причины явлений, а значит, и следствия, из них вытекающие. Мир бесконечно сложен, и все причины мы знать со всеми деталями, вероятно, не сможем.

Однако всегда можно выделить главные, существенные детали механизма, а остальные постигать постепенно, по мере необходимости уточнения.

Но раз мы предполагаем, что способны найти этот механизм, то тем самым считаем, что сам этот механизм окажется нам понятен. А понятен он тогда, когда он аналогичен чему-то такому, что мы уже знаем и понимаем. Отсюда вытекает громадная роль аналогий в деле познания природы.

Английский физик Дж.Рэлей (1842-1919), придавая вопросам аналогий и подобия в физических явлениях особое значение, говорил по этому поводу: «Я часто удивляюсь тому незначительному вниманию, которое уделяется великому принципу «подобия» даже со стороны крупных ученых. Нередко случается, что результаты кропотливых исследований преподносятся как вновь открытые «законы», которые, тем не менее, можно было получить априорно в течение нескольких минут».

Все это тем более правильно, что весь опыт естествознания убеждает нас в том, что каждый предмет состоит из частей, и свойства предмета определяются свойствами этих частей в их взаимосвязи. Вот тогда объяснение явления и будет сведено к прослеживанию причинно-следственных взаимоотношений между его частями.

История показывает, что прорыв в науке происходил тогда, когда осуществлялся переход к новым «кирпичикам», свойства которых определялись на основании обобщения свойств уже освоенных материальных образований. Свойства молекул были определены на основании изучения свойств веществ, свойства атомов вытекали из свойств молекул при их взаимодействиях, свойства «элементарных частиц» вещества – из свойств атомов. И сейчас свойства «новых кирпичиков» мироздания – амеров могут быть определены на основании знания поведения «элементарных частиц» вещества при их взаимодействи-

ях. Таким образом, не наблюдаемость – явление временное.

В микромире, как и в макромире, всякое событие является результатом проявления движения материи на еще более глубинных уровнях. Это значит, что и здесь случайность должна выступать не как принцип устройства природы, а как результат нашего неполного знания.

Необходимо еще раз напомнить, что основой всякого процесса являются скрытые формы движения материи. И если единство Вселенной, ее монизм не пустые слова, то эти формы могут и должны быть найдены на основе обобщенного анализа уже освоенных форм материи и уже известных физических явлений. Не существует никаких принципиальных ограничений для наращивания человеком знаний о природе. Развитие познания беспредельно.

1.8. Физическое моделирование и математическое описание

Математическое функционально-количественное описание явлений полезно и даже необходимо для получения прикладных результатов, а также для предсказания новых эффектов и явлений.

Однако, учитывая бесконечное разнообразие качеств и свойств каждого материального тела и явления, можно утверждать, что любое математическое описание есть весьма узкое и одностороннее отображение реальной действительности. При этом, с одной стороны, нет уверенности в том, что математическая зависимость отражает все существенные стороны явления, и, с другой стороны, нет гарантии, что постановка новых экспериментов выявит какие-либо новые стороны явления. Последнее связано с тем, что сама постановка экспериментов опирается на те же математические зависимости, следовательно, относится к той же узкой области явлений, из которой вытекает и сам полученный ранее «закон». Таким образом, «закон» все время подтверждается. Выйти же за рамки однажды найденного «закона» чрезвычайно трудно, так как поиск новых областей оказывается случайным, а ожидаемый результат неопределенным.

Максвелл правильно отмечал, что математические формулы есть результат упрощения реальных явлений, а использование математических формул, не подкрепленных физическими представлениями, приводит к тому, что «...мы совершенно теряем из виду объясняемые явления и потому не можем прийти к более широкому представлению об их внутренней связи, хотя и можем предвычислить следствия из данных законов».

На последнем утверждении стоит остановиться дополнительно.

Каждое описание любого явления всегда односторонне и отражает только лишь цели, которые ставил перед собой исследователь данного явления. Предмет может быть описан с геометрических позиций, рассмотрен в процессе развития или во взаимодействии с другими предметами и т.п. Все это будут совершенно различные описания, и каждое из них будет неполным и односторонним.

В качестве примера можно привести тяжелый диск, подвешенный на упру-

гой нити (рис. 1.1). В зависимости от цели исследования описание системы может быть тем или иным, даже если иметь в виду только динамику этого диска.

1. Если диск на подвесе рассматривать как маятник в поле тяжести, то будут играть роль масса диска, длина подвеса и ускорение силы тяжести. Период собственных колебаний такого маятника будет описываться выражением:

$$T = 2\pi \sqrt{l / g},$$

где l – расстояние от оси подвеса до центра тяжести, g – ускорение силы тяжести.

2. Если диск на подвесе рассматривать как пружинный маятник, когда диск будет совершать колебания вертикально за счет упругости нити, то период его колебаний определится выражением:

$$T = 2\pi \sqrt{M / k},$$

где M – масса диска, k – коэффициент упругости.

3. Если же диск рассматривать как крутильный маятник, то период его колебаний определится уже иным выражением:

$$T = 2\pi \sqrt{J / c},$$

где J – момент инерции диска, c – крутильная упругость нити.

Указанные выражения никак пока не учитывают вынужденных колебаний под воздействием внешних сил, комбинированных движений и т.д. И все это касается только динамики. Но ту же систему можно рассматривать с позиций множества иных целей, и описания ее будут совершенно различными. Однако если исследовать колебания диска детальнее, то придется учитывать трение его о воздух, и следовательно, рассматривать вязкость воздуха и форму диска, а далее – потери энергии в нити. Придется учитывать и влияние температуры окружающего воздуха, потому что нить при повышении температуры удлиняется, а вязкость воздуха увеличивается.

Если же диск будет ударяться о препятствие, то придется учесть еще упругость диска, потери энергии на его нагрев, а также параметры препятствия. И вообще, по мере наращивания требований к точности необходимо учитывать все большее количество влияющих факторов.

Таким образом, проводя исследования любого физического явления, нужно помнить что: 1) всякие исследования касаются только узкого круга сторон изучаемого явления; 2) всякие описания есть результат представления исследователя о сущности явления, т.е. о его модели; 3) любая модель и любое описание явления могут уточняться и дополняться по мере развития представлений о самом явлении и по мере развития общих представлений о природе.

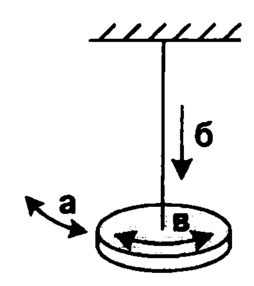


Рис. 1.1. Тяжелый диск на упругом подвесе: маятник в поле тяжести (а); маятник на упругом подвесе (б); крутильный маятник (в).

1.9. Всеобщие физические инварианты

Прежде чем оценивать правомерность любой физической теории или строить новую теорию, нужно определить те физические категории, которые являются неизменными при преобразованиях материи при взаимодействии материальных образований, относительно которых будут оцениваться всё остальные физические величины и параметры. Но если речь идет о всеобщих закономерностях материи во Вселенной, то должны быть определены всеобщие физические инварианты, которые не изменяются ни при каких преобразованиях форм материи и ни при каких физических процессах. То есть они инвариантны по отношению и к преобразованиям форм материи, и к конкретным физическим явлениям.

О том, к чему можно прийти, не продумав тщательно проблему инвариантов, нам демонстрирует специальная теория относительности А.Эйнштейна.

В СТО, как известно, в качестве исходной величины, неизменной при любых обстоятельствах, то есть общим физическим (а скорее, математическим) инвариантом выступает четырехмерный интервал:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 = const.$$

Здесь x, y, z – координаты, t – время, а c – скорость света. После того как произведена замена систем координат, получаются преобразования Лоренца, из которых затем вытекают зависимости времени, длины и массы движущейся частицы от скорости ее движения. Получается также, что скорость света есть предельная величина для скорости любых объектов, а также для распространения всех видов полей взаимодействий.

Если бы за исходную базу был взят другой инвариант, то и результат получился бы совершенно иной. Поэтому обоснованность инвариантов имеет исключительное значение для любой теории.

В принципе, для выбора упомянутого четырехмерного интервала в качестве всеобщего физического инварианта, т.е. распространения его свойств на все без исключения физические явления нет никакого основания, так как одной из составляющих интервала является скорость света. А скорость света, как известно, есть скорость распространения электромагнитного поля в пустоте, и только, а вовсе не всех видов полей. Например, к гравитации свет не имеет никакого отношения, поскольку гравитация есть иное, нежели электромагнетизм, физическое явление. Константы гравитации отличаются от констант электромагнетизма на 36 (!) порядков. Поэтому при создании Общей теории относительности («теории гравитации», как ее называют) Эйнштейн не должен был использовать скорость света, поскольку к гравитации этот электромагнитный параметр не может иметь отношения.

Всеобщими инвариантами могут быть только такие категории, которые присутствуют во всех без исключения материальных образованиях, явлениях и процессах. Такими категориями являются ***движение*** и три его неразрывных составляющих – ***материя***, ***пространство*** и ***время***. Ибо в мире нет ничего, кроме движущейся (в пространстве и во времени) материи.

И в самом деле, в нашей реальной жизни мы не можем назвать ни одного материального образования, ни одного явления и ни одного физического процесса, который происходил бы без участия материи, или вне пространства, или вне времени. Всякий процесс, всякое явление происходят только с участием материи, только в пространстве и только во времени, а это и означает движение. Всего четыре категории, пятой не существует. Следовательно, эти четыре категории и являются всеобщими. А все остальное носит частный, а не общий характер. Являясь всеобщими, движение, материя, пространство и время тем самым являются и первичными, то есть исходными, аргументальными. Они не могут быть функциями чего бы то ни было, так как иначе должны существовать некие более первичные категории, чем перечисленные, а в реальности этого нет, фантазии же в расчет не принимаются.

В силу всеобщности и аргументальности перечисленные четыре категории являются тем самым и линейными. А это значит, что наше реальное пространство евклидово, то есть линейно, и никакого «риманова пространства» или «пространства Минковского» или чьего-нибудь еще в природе не существует. Время линейно и однонаправленно, и никакого «замедления» времени быть не может.

Невозможность функциональных искажений для инвариантов означает, что у них никогда не было начала и не будет конца, ибо это есть перерыв функции, а у аргументов таких перерывов быть не может, а значит, эти четыре категории никто никогда не создавал, и никаких «Больших взрывов» или «сингулярностей» в реальной природе никогда не было и, можно надеяться, что не будет.

Это значит, что в этих аргументальных категориях – движении, материи, пространстве и времени не может быть никаких предпочтительных масштабов, ибо аргументы дробятся беспредельно. А отсюда непосредственно вытекает, что и никаких «особых» физических законов в микромире тоже нет, в нем действуют те же физические законы, что и в макромире. Для анализа процессов микромира можно и нужно широко использовать аналогии макромира, то есть то, что в свое время рекомендовал член Лондонского королевского общества и выдающийся физик конца XIX – начала XX века лорд Рэлей. Правда, это было до Эйнштейна.

Конечно, в явлениях микромира конкретные коэффициенты могут значительно отличаться от тех, к которым физики привыкли в макромире, поскольку масштабы микромира иные. Но тем не менее – принципиально все это одно и то же. При таком подходе для анализа сущности явлений микромира открываются колоссальные возможности.

Отсюда же вытекает и еще одно немаловажное обстоятельство. Поскольку во времени нет никаких предпочтительных масштабов и все временные отрезки эквивалентны друг другу, то во все времена наша Вселенная имела и будет иметь в среднем один и тот же вид. Вселенная стационарна и динамична. В ней одновременно существуют все виды процессов, надо только их увидеть и понять их взаимосвязь.

И еще это означает, что любая теория, основывающаяся на том, что хотя бы один из указанных инвариантов не инвариантен, неверна, т.к. не соответствует реальному миру, в котором мы живем, будь то теория относительности

Эйнштейна, допускающая не инвариантность пространства и времени, теория Логунова, в общем, предполагающая то же самое, теория Козырева, предполагающая не инвариантность времени, или любая другая.

1.10. Международная система измерений СИ

Для того чтобы можно было производить расчеты физических параметров, необходимо иметь систему единиц физических величин. Тогда каждый параметр может иметь количественное значение, выраженное через эти величины. Но в каждой системе единиц нужно какие-то величины принимать за исходные, а какие-то окажутся производными величинами, зависящими от первых. Неудачный выбор исходных величин приведет к тому, что размерность некоторых производных величин окажется лишенной физического смысла.

В первых системах единиц в качестве единиц были выбраны единицы длины и массы, например, в Великобритании фут и английский фунт. Слово «фут» происходило от английского слова foot – ступня и равнялся 1/3 ярда, или 12 дюймам, или 0,3048 м. Фунт (от латинского pondus – тяжесть) обозначался «lb», подразделялся на 16 унций или на 16x16=256 драхм, а также на 7000 грантов. Торговый английский фунт составлял в сегодняшней мере 0,45359237 кг.

В России были выбраны аршин и русский фунт. Аршин до Петра I равнялся 27 английским дюймам, но при Петре I он был установлен равным 28 английским дюймам и с тех пор сохранялся неизменным. 1 аршин = 16 вершкам = 71,12 см.

До введения метрической системы мер аршин использовался в ряде стран – Болгарии, Афганистане, России, Турции и Иране и колебался от 65,5 см до 112 см. Русский торговый фунт равнялся 1/40 пуда и был равен 32 лотам, или 96 золотникам, или 9216 долям, или 409,51241 грамма.

Неудобства в сфере торговли и промышленного производства, связанные с различием национальных систем единиц, в конце XVIII в. в ряде стран привели к идее разработки единой международной системы мер.

Во Франции, как и в других странах Европы, в XVIII в. царил величайший хаос единиц измерения длин, площадей и весов. В землемерной практике Франции существовало несколько названий мер площади, разных в разных провинциях. За ними скрывались не всегда одни и те же величины площадей. Это обостряло отношения между земледельцами и феодалами и приводило к конфликтам.

Уже в 1790 г. вопрос о реформе мер и весов был поставлен на повестку дня в Учредительном собрании Франции. В декрете национального собрания в марте 1791 г. отмечалось, что единственным способом распространения системы мер на другие нации было бы избрание единиц, не содержащих ничего такого, что утверждало бы особое положение какого-либо народа или нации на земном шаре. Парижская Академия наук предложила в качестве эталона длины принять одну десятимиллионную долю четверти дуги Парижского меридиана, учитывая, что концы его дуги находятся на уровне моря и что, кроме того, он проходит через Лондон.

В апреле 1790 г. в Палату общин был представлен проект введения единой

системы мер в Англии. Выяснилось, что и в США подготовлен аналогичный проект. Однако попытки увязать эти проекты между собой не увенчались успехом ввиду сложности международных отношений этих стран. Англичане вскоре отказались от решения задачи, оказавшейся слишком сложной. Переговоры с США затянулись, и французы решили проблему сами. Тем более что к этому времени во Франции был изобретен и создан ряд точных приборов для измерения углов и массы воды при нормальных атмосферных условиях.

25 июня 1792 г. для измерения длины четверти дуги Парижского меридиана экспедиция под руководством французских ученых Деламбра и Мешена отправилась на места геодезических работ. Трудности проведения работ усугублялись нестабильной политической обстановкой. Но к 1 августа 1793 г. был принят декрет о введении новой (временной) системы мер и весов. Шесть лет спустя основой метрической системы был принят архивный метр, послуживший основой для международной унификации единиц длины (метр) и массы (килограмм), платиновый образец которого хранился в Архиве Франции. С этого момента началось внедрение метрической системы мер во всех государствах мира.

В 1875 г 17 стран, в том числе и Россия, подписали Метрическую конвенцию для обеспечения международного единства и усовершенствования метрической системы. В России как необязательная метрическая система была утверждена 4 июня 1899 г. (проект был разработан Д.И.Менделеевым) и как обязательная была введена декретом СНК РСФСР 14 сентября 1918 г., а для СССР – постановлением СНК СССР от 21 июля 1925 г. Первоначально в метрическую систему мер входили квадратный метр как мера площади, кубический метр как мера объема и для массы – килограмм (масса 1 куб. дм. воды при 4 град. Цельсия), а также литр (для вместимости). Единицей времени была принята секунда как 1/3600 часа, равного 1/24 суток.

В XIX в. К.Гаусс и В.Э.Вебер предложили систему единиц для электрических и магнитных величин, а во второй половине XIX столетия Британская ассоциация по развитию наук приняла две системы единиц: СГСЭ (электростатическую) и СГСМ (электромагнитную). Система единиц СГСЭ построена на трех основных единицах – сантиметре, грамме, секунде; диэлектрическая проницаемость вакуума принята равной безразмерной единице. Эта система называлась также абсолютной электростатической системой единиц. Система единиц СГСМ, основные единицы которой такие же, как и системы СГСЭ, – сантиметр, грамм, секунда, а магнитная проницаемость вакуума принята равной безразмерной единице. Эта система также называлась абсолютной электромагнитной системой единиц.

В 1956 г. была допущена к применению в СССР государственным стандартом на электрические и магнитные величины (ГОСТ 8033–56) система единиц СГС, называемая также системой СГС симметричной или системой Гаусса. В ней электрические единицы совпадают с электрическими системами СГСЭ, а магнитные – с магнитными единицами СГСМ.

Главным недостатком систем СГС (гауссовой), СГСЭ и СГСМ является произвольность выбора исходных единиц. Фактически без какого бы то ни было основания диэлектрическая проницаемость вакуума в одной системе и магнит-

ная проницаемость вакуума в другой системе положены равными безразмерным единицам. Результатом этого стало то, что все электрические и магнитные величины приобрели дробную размерность. Например, в системе СГСЭ магнитная индукция приобрела размерность $см^{3/2} \cdot г^{1/2}$, а в системе СГСМ эта же физическая величина имеет размерность $см^{1/2} \cdot г^{1/2} \cdot с^{-1}$. Спрашивается, какой физический смысл имеет грамм, возведенный в степень 1/2, или сантиметр, возведенный в степень 3/2? Но в подобных степенях находятся в этих системах единиц все электрические и магнитные величины. Таким образом, всякий физический смысл из этих систем единиц для электрических и магнитных величин выхолощен. Тот факт, что во многих физических расчетах до сих пор используется система СГС, говорит о том, что физическая сторона явлений авторов этих расчетов не интересует...

В 1901 г. итальянский физик Дж.Джорджи предложил систему единиц, основанную на метре, килограмме, секунде и одной электрической единице (позднее был выбран ампер), появилась система МКСА. Все остальные величины были производными. В этой системе единиц впервые появилась возможность избежать дробных степеней в размерностях физических величин.

Международная система единиц физических величин СИ, в основу которой легла метрическая система мер, была принята в 1960 г. 11-й Генеральной конференцией по мерам и весам. Эта система единиц разработана с целью замены сложной совокупности систем единиц и отдельных внесистемных единиц, сложившихся на основе метрической системы мер, и упрощения пользования единицами. Достоинствами системы СИ являются ее универсальность (охватывает все отрасли науки и техники) и когерентность, т.е. согласованность производных единиц, которые образуются по уравнениям, не содержащим коэффициентов пропорциональности. Благодаря этому при расчетах в формулы не требуется вводить коэффициенты пропорциональности.

Все единицы в системе СИ делятся на основные, дополнительные и производные. Три основные единицы – ***метр***, ***килограмм***, ***секунда*** – позволяют образовывать когерентные производные единицы для всех величин, имеющих механическую природу, остальные добавлены для образования производных единиц величин, не сводимых, как считалось, к механическим: для электрических и магнитных – ***ампер***, тепловых – ***кельвин***, световых – ***кандела*** и величин физической химии и молекулярной физики – ***моль***.

Международная система измерений СИ

Основные единицы:
- ***длина***, выраженная в ***метрах*** (м);
- ***масса***, выраженная в ***килограммах*** (кг);
- ***время***, выраженное в ***секундах*** (с);

а также
- ***сила электрического тока***, выраженная в ***амперах*** (А);
- ***термодинамическая температура***, выраженная в ***градусах*** (К);

– *сила света*, выраженная в *канделах* (кд);
– *количество вещества*, выраженное в *молях* (моль).

Дополнительные единицы:

– *плоский угол*, выраженный в *радианах* (рад);
– *телесный угол*, выраженный в *стерадианах* (ср).

Производные единицы:

площадь [м^2], ***объем*** [м^3], ***частота*** [Гц], ***скорость*** [м/с], ***ускорение*** [м/с^2], ***угловая скорость*** [рад/с], ***угловое ускорение*** [рад/с^2], ***плотность*** [кг/м^3], ***сила*** [н] (ньютон), ***давление*** [Па] (паскаль), ***кинематическая вязкость*** [м^2/с], ***динамическая вязкость*** [Па/с], ***работа, энергия, количество теплоты*** [Дж] (джоуль), ***мощность*** [Вт] (ватт), ***количество электричества*** [Кл] (кулон), ***электрическое напряжение, э.д.с.*** [В] (вольт), ***напряженность электрического поля*** [В/м], ***электрическое сопротивление*** [Ом] (ом), ***электрическая проводимость*** [См] (сименс), ***электрическая емкость*** [Ф] (фарада), ***магнитный поток*** [Вб] (вебер), ***индуктивность*** [Гн] (генри), ***магнитная индукция*** [Тл] (тесла), ***напряженность магнитного поля*** [А/м], ***магнитодвижущая сила*** [А], ***энтропия*** [Дж/К], ***теплоемкость удельная*** [Дж/кг К], ***теплопроводность*** [Вт/м К], ***интенсивность излучения*** [Вт/ср], ***волновое число*** [м$^{-1}$], ***световой поток*** [лм] (люмен), ***яркость*** [кд/м^2], ***освещенность*** [лк] (люкс).

По основным мерам созданы воспроизводимые эталоны, которые все время менялись, уточнялись и совершенствовались. В настоящее время за эталоны приняты: эталон метра как «длина, равная 1.650.763,73 длины волны в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями $2p^5$ и $5d^{10}$ атома криптона 86" (БСЭ, 3 изд., т.16, с. 167); эталон килограмма – «гиря из платиноиридиевого сплава, имеющая форму цилиндра высотой и диаметром 39 мм» (там же, т. 12, с. 108); эталон секунды – «время, равное 9.192.631.660 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия ^{133}Cs» (там же, т. 23, с. 192).

Однако теперь наметился принципиально иной подход к выбору основных величин, который тем не менее во многом совпал с уже существующей практикой.

В каждом физическом явлении участвуют три инварианта – материя, пространство и время. В конкретном явлении они проявляются в виде конкретной формы их взаимосвязи, что выражается в виде их размерности. Система измерений СИ, оперирующая мерами инвариантных величин – фактически количеством материи, выраженной мерой массы – кг, пространством, выраженным мерой длины – метром, а также временем, выраженным мерой времени – секундой, является наиболее физической, отражающей реальное положение вещей в мире. В любой физической величине эти меры входят в целочисленных степенях. Необходимо отметить, что реально основными являются только три величины – метр, килограмм, секунда, поскольку только они соответствуют физическим инвариантам.

Остальные все величины являются производными от них, в том числе электрические, световые, тепловые и физико-химические. Перевод этих величин в систему МКС (метр, килограмм, секунда) уже выполнен применительно к электрическим величинам и принципиально может быть выполнен применительно к остальным.

Система измерений СИ, как наиболее отвечающая естественным всеобщим физическим инвариантам, принципиально не подлежит ревизии, а лишь последующим уточнениям, имеющим целью привести все физические единицы, включая электрические, тепловые, световые и химические, к трем основным единицам – килограмму, метру и секунде. Дополнительные единицы (плоский и телесный углы) могут остаться без изменения. Все остальные системы единиц должны быть исключены из обращения.

1.11. Теории и гипотезы в естествознании

Теория – это система руководящих идей, комплекс взглядов, направленных на истолкование и объяснение явлений, дающий целостное представление о закономерностях и существенных связях объекта данной теории.

Опираясь на знание, воплощенное в теории, человек способен создавать то, что не существует в природе, но возможно с точки зрения открытых ею законов.

Серьезная научная теория всегда так или иначе связана с определенными философско-мировоззренческими установками и способствует укреплению того или иного мировоззрения. С другой стороны, в истории познания существовали и продолжают существовать псевдонаучные концепции, также претендующие на роль подлинных теорий.

Теорию отличает от других форм знания наличие системы категорий – основополагающих понятий, связанных между собой и взаимозависящих друг от друга, и появляется как результат систематизации накопленных в определенной области эмпирических знаний. В структуре теории принято выделять следующие основные компоненты:

1) исходную эмпирическую основу, которая включает множество зафиксированных фактов, требующих объяснения;
2) исходную теоретическую основу – множество первичных допущений, постулатов, аксиом, общих законов;
3) логику – множество допустимых в рамках теории правил логических выводов и доказательств;
4) совокупность выведенных в теории утверждений с их доказательствами, составляющих основной массив теории.

Методологически центральную роль в формировании теории играет лежащий в ее основе идеализированный объект – теоретическая модель реальности, фактов подтверждается статистикой, но и это не всегда оказывается верным.

Исходная теоретическая основа, выраженная аксиомами и постулатами, всегда вызывает возражения оппонентов, находящих аргументы против этих вольных положений. То же касается и принятой в теории логики. То же касается

совокупности выведенных утверждений, являющихся прямым следствием исходных положений, то же касается и принятой в теории модели. Поэтому каждая теория в той или иной степени является гипотезой.

Что же такое гипотеза и какова ее роль в развитии науки?

Гипотеза есть предугадывание чего-либо, например, предугадывание природы (сущности) явлений. По выражению И.Канта, гипотеза – это не мечта, а мнение о действительном положении вещей, выработанное под строгим надзором разума. Являясь одним из способов выяснения фактов и наблюдений – опытных данных, гипотезы чаще всего создаются по правилу «то, что мы хотим объяснить, аналогично тому, что мы уже знаем».

Научные гипотезы по своей логической роли являются связующим звеном между «знанием» и «незнанием», отсюда роль гипотез в процессах научного открытия: по своей логической роли гипотезы – «форма развития естествознания, поскольку оно мыслит», сказал Ф.Энгельс.

К гипотезам предъявляются следующие требования:

1) гипотеза должна соответствовать имеющемуся фактическому материалу;

2) гипотеза должна обладать общностью и предсказательной силой;

3) гипотеза не должна быть логически противоречивой.

Однако нетрудно заметить, что и к теориям предъявляются те же требования. Поэтому теория отличается от гипотезы лишь глубиной проработки и более широким охватом данных. А критерием правильности той или иной теории, как справедливо утверждает диалектический материализм, является практика, т.е. соответствие положений теории всему накопленному прошлому, а также и будущему опыту естествознания. При этом не следует забывать, что соответствие этому опыту означает всего лишь непротиворечие теории этому опыту, а несоответствие хотя бы одному установленному опытному факту означает ее крах.

1.12. Системно-исторический метод определения направления развития

При определении направления развития естествознания и его основы – физики оказывается весьма полезным применение системно-исторического метода. Сущность метода заключается в анализе исторического процесса развития исследуемого направления, выявлении основной тенденции развития и на этой основе прогнозирования следующего шага. Таким образом, системно-исторический метод представляет собой род экстраполяции прошлого в будущее. Сложность ситуации здесь заключается в необходимости выявления основной линии развития на фоне неизменных основополагающих категорий, так называемых инвариантов.

Говорить о развитии чего-либо можно лишь имея в наличии два момента:

1) инвариантные категории, т.е. основные величины, сохраняющиеся неизменными на всем рассматриваемом этапе развития предмета (учения, теорий и т.п.);

2) критерий развития.

В технике можно говорить о прогрессе лишь в том случае, если какие-то параметры устройства улучшаются при сохранении неизменными всех остальных. Например, при сохранении всех своих функций последующее устройство имеет меньшую массу и более высокую надежность, чем предыдущее. Однако если же последующее устройство при этом имеет меньшее число выполняемых функций, то говорить о прогрессе нельзя, так как неизвестно, за счет чего уменьшилась масса и повысилась надежность. Они могли сократиться всего лишь за счет сокращения числа блоков в этом устройстве.

Выявление инвариантных категорий должно производиться для всего рассматриваемого периода развития, они сохраняются на всех этапах. Но в пределах каждого этапа необходимо определить дополнительные инварианты, справедливые только для данного этапа. Смена этих дополнительных инвариантов и отличает один этап от другого.

При переходе от одного этапа к другому необходимо определить способ такого перехода. При этом важно найти общие моменты у всех переходов между любыми этапами развития. Основу такой общности составляют общие инварианты, которые уже были определены для всего периода развития.

Для естествознания в целом инвариантными положениями являются:

- общая для всех этапов развития естествознания цель – выявление объективных законов устройства реального мира;
- признание факта причинно-следственных отношений в любых явлениях и процессах.

Физическими же инвариантами, как уже было показано, общими для всех объектов, явлений и процессов, являются движение и его неразрывные составляющие – материя, пространство и время.

Критерием общего развития естествознания является степень проникновения вглубь материи.

Этапными инвариантами являются структурные и физические закономерности уровня организации материи данного этапа. Критерием развития на каждом этапе является широта охвата материальных образований, явлений и процессов.

1.13. Физические революции как основные вехи развития естествознания

К концу XIX столетия естествознание в основном определило свои позиции. Определила свои позиции и физика, уже тогда считавшаяся основой естествознания. Не совсем ясными оставались два незначительных момента – несоответствие экспериментальных данных расчетным кривым в излучении черного тела и необнаружение эфирного ветра в опытах Майкельсона. Однако вскоре стало ясно, что эти несоответствия породили «полнейшую научную катастрофу, крах тех положений, которые составляли основу классической физики». Результатом разбирательства стало изменение подхода к изучению природы, смена целей всего естествознания.

В свое время немецкий философ-диалектик Гегель в своей директорской речи перед гимназистами привел такое сравнение:«Как Антей обновлял свои силы сопри-

косновением с матерью-землей, точно так и всякий новый рассвет и возрастание науки и просвещения возникает путем обращения к древности».

При всем своем богатом воображении Гегель не мог представить, какое влияние окажет наука в XX в. на все сферы жизни. В прошлом веке интерес к античности был почти всегда уделом гуманитариев. В наше время античной мыслью всерьез заинтересовалось само естествознание, прежде всего в ее лидирующих областях – физике и математике.

По мере того как наука все более глубоко проникает в строение материи, обнаруживается, что она идет по стопам античных философов. Полезно напомнить, что слово «атом», например, Дальтон заимствовал у Демокрита, древнегреческого философа-материалиста, и у него же мы теперь заимствуем слово «амер», обозначая им неразлагаемую часть атома, каковой является молекула эфира. И само слово «эфир» тоже пришло к нам из глубокой древности.

Справедливости ради следует отметить, что, хотя мы считаем начало науки от древних греков, на самом деле это, конечно, не так. Демокрит неоднократно подчеркивал, что он не является родоначальником атомизма, эти знания он заимствовал у египетских жрецов и мидянских магов (могучих), у которых он стажировался по пять лет. Корни науки лежат в глубочайшей древности, о которой мы практически не знаем ничего. Тем не менее мы знаем, что всю известную нам историю человечества его сопровождали нетрадиционные тайные знания, которые получили даже самостоятельное название «эзотерические».

Однако, продолжая традицию, мы начнем рассмотрение становления науки от Фалеса из Милета, который жил в VI в. до нашей эры и который уже тогда поставил вопрос: если вся природа едина, то что же лежит в основании этого единства?

Этот вопрос сопровождал естествознание на протяжении всей его истории, и только сейчас мы получаем первую возможность приблизиться к ответу на него.

Для того чтобы найти выход из создавшегося тупика, чтобы разрешить накопившиеся противоречия и продвинуться дальше как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях, нужно вспомнить, что наука в своем развитии фактически всегда следовала динамическому методу, заставлявшему искать внутренний механизм явлений, а для этого каждый раз в кризисной ситуации, вводившей в рассмотрение все более мелкие материальные образования – части тех материальных образований, которые были ею уже освоены, свойства которых были уже определены, но причины которых выявлены еще не были.

Исторический анализ четко показывает, что основной линией развития естествознания всегда было поэтапное углубление в структуру материи, переход на все более глубокие уровни ее организации. Каждый такой переход означал коренную ломку старых представлений, являлся очередной физической революцией и обеспечивал выход из кризиса. И каждый такой переход многое давал человечеству.

История естествознания стоит в неразрывной связи с историей всего общества, и каждому этапу развития его производительных сил отвечает соответствующий период в истории естествознания.

Первый этап развития естествознания считается подготовительным и натурфилософским, он характерен для древности. В целом техника была еще слабо развита, хотя имелись уже отдельные выдающиеся технические достижения. Этот этап может быть отнесен к периоду с VI в. до н.э. до начала новой эры, хотя реально его можно считать продленным и до начала второго тысячелетия новой эры. Этот этап есть переход от природы в целом к субстанциям («земля» – твердь, «вода» – жидкость, «воздух» – газ, «огонь» – энергия; китайцы добавили «дерево» – жизнь).

Сам такой переход стимулировался стремлением к осознанию мира, в котором жил человек, его стремлением уяснить свое место в природе. Это было невозможно сделать без соответствующего анализа. На первое место вышла задача разобраться с агрегатными состояниями тел. И когда философы древности выделили эту проблему, ввели понятия о субстанциях, то на этой основе и стала развиться философия (от греч. philosophia – любовь к мудрости). И хотя первые философские учения возникли 2500 лет назад в Индии и Китае, европейская наука считает своим родоначальником Древнюю Грецию.

Фалес из Милета (626–547 до н.э.) – древнегреческий философ, родоначальник античной и вообще европейской философии и науки, основатель милетской школы.

Фалес много путешествовал по странам Востока и учился у египетских жрецов и вавилонских халдеев. Все разнообразие вещей он сводил к единой первостихии, которой он считал «влажную природу». Все возникает из «воды» и в нее возвращается. Однако он же поставил проблему природы этой «воды», поэтому под «водой» Фалес подразумевал некую мировую среду, обладающую свойствами воды, а не буквально саму воду.

Крупнейшим представителем античной диалектики был Гераклит Эфесский (6 в. до н.э.), первоначалом сущего считавший огонь, стихию, которая древним грекам представлялась наиболее легкой и подвижной. Путем сгущения и разрежения из «огня» возникают все вещи. Диалектика у Гераклита – концепция непрерывного изменения и становления материи в пределах материального космоса и в основном является кругооборотом вещественных стихий огня, воздуха, воды и земли. Учение Гераклита о логосе – учение о вечности и мудрости «закона», универсальной закономерности и необходимости. Здесь можно сделать замечание аналогичное вышеприведенному. Мировая среда – носитель энергии («огня») для всех видов полей и вещества. Можно полагать, что Фалес обращал внимание на структурную сторону этой среды, а Гераклит – на энергетическую.

Атомистическое учение Демокрита было подхвачены Эпикуром и Лукрецием, атомизм нашел свое применение только много лет спустя, в XIX в.

Античная философия достигла своей вершины у Аристотеля, учение которого, несмотря на его идеалистический характер, содержало глубокие материалистические и диалектические идеи.

Древнегреческая философия положила начало формированию в Европе самостоятельных отраслей знаний, таких, как статика, астрономия и математика. Медицина и физика находились в зачаточном состоянии. Все естественнонаучные знания входили в единую недифференцированную науку, находившуюся

под эгидой философии. Дифференциация наук впервые наметилась в конце этого периода уже ближе к средним векам.

Сам переход от единой природы к субстанциям знаменовал собой ПЕРВУЮ РЕВОЛЮЦИЮ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ.

Второй этап развития естествознания тоже считается подготовительным. Его можно отнести к XV–XVI вв. нашей эры. Потрясавшие Европу многочисленные эпидемии, в том числе чумные, происшедшие в 1504–1505, 1511–1512, 1521, 1535–1536 гг., производили опустошение целых государств. Неспособность тогдашней медицины противостоять натиску болезней вынудила врачей искать лекарственные методы. Парацельс (1493–1541), Я.Б.Ван Гельмонт (1579–1644) и Я.Боэ (Сильвиус, 1614–1672) отвергли учение древних врачей о четырех соках человеческого тела и основали иатрохимию – учение о веществах, способных излечивать болезни путем восстановления баланса веществ в организме. Эта прикладная задача потребовала разбирательства с веществами. Переход в естествознании от субстанций к веществам и явился ВТОРОЙ РЕВОЛЮЦИЕЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ.

Накопление естественнонаучных знаний на Западе шло крайне медленно. Но и в это время уже шло накопление новых фактов, подготовивших переход к следующему периоду.

Третий этап развития естествознания назван механическим и метафизическим. Этап продолжался со второй половины XV и длился до конца XVIII в. Это время установления капиталистических отношений в Западной Европе. Этот этап связан с переходом от веществ к молекуле (маленькой массе). Естествознание этого периода революционно по своим тенденциям. Здесь выделяется естествознание начала XVII в. (Галилей) и конца XVII – начала XVIII вв. (Ньютон). Господствующим методом мышления стала метафизика. Но уже тогда в естествознании делались открытия, в которых обнаруживалась диалектика, т.е. развитие. Естествознание было связано с производством, превращающимся из ремесла в мануфактуру, энергетической базой которой служило механическое движение. Отсюда вставала задача изучить механическое движение, найти его законы. Естествознание было механическим, поскольку ко всем процессам природы прилагался исключительно масштаб механики.

Введение представления о корпускуле – минимальной частице вещества, которая впоследствии была названа молекулой (маленькой массой) способствовало появлению механики материальной точки (Ньютон), прямым следствием чего стало изобретение им и Г.Лейбницем математики анализа бесконечно малых величин. К этому же времени относится создание Р.Декартом аналитической геометрии, космогонической гипотезы Канта-Лапласа, атомно-кинетического учения М.В.Ломоносова, а также идеи развития в биологии В.К.Вольфа, которые готовили уже следующий этап. Переход в естествознании от веществ к молекуле явился ТРЕТЬЕЙ РЕВОЛЮЦИЕЙ в его истории.

Конец XVIII – начало XIX в. характеризуется началом бурного развития капитализма на основе промышленной революции. Потребовались красители для тканей, и поэтому появился повышенный интерес к химии. Но развитие химии

было невозможно без следующего перехода в глубь материи. Поэтому и был осуществлен переход от молекулы к атому. Простое неразлагаемое вещество было названо «элементом» (Лавуазье, 1789), а позже его минимальное количество было названо «атомом» (Дальтон, 1824). Этот переход дал начало развитию химии и электромагнетизму. На первый план выдвигаются физика и химия, изучающие взаимопревращение форм энергии и видов вещества. Это был четвертый этап развития естествознания.

Одновременно стала ясна ограниченность возможностей водяных двигателей, потребовались двигатели, которые можно было бы применять в любой местности и в самых разных условиях. Изобретение парового двигателя дало развитие промышленному капитализму, и промышленность вступила в фазу крупного машинного производства. Но и паровой двигатель не полностью удовлетворял производство. Потребовался компактный двигатель, который можно было бы устанавливать в любых помещениях и даже на отдельных станках. Это дало толчок развитию электротехники, которая получила возможность развиваться, используя достижения химии.

В это время в геологии возникает теория медленного развития Земли, в биологии зарождается эволюционная теория, палеонтология, эмбриология. Во второй трети XIX в. возникли клеточная теория, учение о превращении энергии и дарвинизм, которые нанесли удар по старой метафизике, заставив рассматривать вещества и процессы в их развитии.

На основе перехода к атомизму последовали открытия, раскрывающие диалектику природы – создание теории химического строения органических соединений (А.М.Бутлеров, 1861), периодической системы элементов (Д.И.Менделеев, 1869), электромагнетизма (Дж.Максвелл, 1873).

Переход от молекулы к атому и явился ЧЕТВЕРТОЙ РЕВОЛЮЦИЕЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ. Эта революция, факт которой признан всеми современными физиками, открыла пятый этап развития естествознания.

С конца XIX в. капитализм вступил в стадию империализма, что повлекло за собой гонку вооружений, в которой существенное значение приобрели достижения физики, химии и зарождающейся электротехники.

Стимулирующее воздействие на развитие естествознания новых потребностей техники привело к тому, что в середине 90-х годов XIX в. появились новые открытия, главным образом, в физике – открытие электромагнитных волн Г.Герцем (1886–1889), коротковолнового излучения К.Рентгеном (1895), радиоактивности А.Беккерелем (1896), электрона Дж.Дж.Томсоном (1897), введение идеи кванта М.Планком (1900), создание теории относительности А.Эйнштейном (1905), изобретение радио А.С.Поповым (1895). Были существенно продвинуты также химия и биология (возникновение генетики).

В 1911 г. Э.Резерфорд выдвинул планетарную модель атома, на основе которой в 1913–1921 гг. появились представления об атомном ядре, электронах и квантах.

Н.Бор развил модель атома Резерфорда. Всем этим была подготовлена очередная революция в естествознании.

ПЯТАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ была связана с введением

в рассмотрение «элементарных частиц вещества», и это привело к появлению атомной энергии и полупроводниковой техники.

В XX столетии форсируется развитие прежде всего физики (атомная энергия, радиолокация, радиоэлектроника, средства связи, автоматика и кибернетика, квантовая электроника – лазеры, электронная оптика и пр.). Физика как ведущая отрасль всего естествознания стала играть стимулирующую роль по отношению к другим отраслям естествознания, например, изобретение электронного микроскопа вызвало переворот во всей биологии, физиологии, биохимии. Физические методы определили успехи химии, геологии, астрономии, способствовали развитию науки о космосе и овладению космосом.

В биологии углубление в строение клетки привело к созданию генетики и молекулярной биологии, в химии – к химии полимеров. А на основе полупроводников стали развиваться кибернетика и вычислительная техника. Таким образом, пятая революция в естествознании привела к революционному скачку в технике, к НТР – научно-технической революции.

Главной задачей химии становится синтез полимеров (каучук, искусственное волокно), получение синтетического топлива, легких сплавов и заменителей металла для авиации и космонавтики. Энергетической базой промышленности в XX в. становится электричество (динамо-машина), химическая энергия (двигатели внутреннего сгорания), а затем, после второй мировой войны, и атомная энергия.

Следует отметить, что наряду с углублением в строение материи путем использования представлений об «элементарных частицах вещества» в физике, а следом за ней практически и во всем естествознании произошел отказ от методов классической физики в изучении природы. Если классическая физика сложное явление сводила к комплексу простых составляющих, сущность явления определялась движением материи на уровнях более глубоких, чем рассматриваемое явление, а объяснение сущности явления сводилось к прослеживанию причинно-следственных отношений между частями явления, то родившаяся в начале XX столетия теоретическая физика принципиально по-иному поставила вопрос. Квантовая механика и теория относительности, а следом за ними и все фундаментальные естественные науки отказались от рассмотрения внутренних процессов явлений. Все стало сводиться к феноменологии – внешнему описанию явлений и к их математическому описанию. В теории стали массово вводиться так называемые постулаты – вольные предположения, которым, по мнению авторов постулатов, полагается соответствовать природе.

Такой подход к изучению природных явлений не мог не привести ко все большему расхождению теорий с реальностью, результатом чего стал кризис физики, а с ней и всего естествознания. Кризис выражается в том, что:

- все меньше появляется качественно новых открытий;
- фундаментальные исследования стали чрезмерно дорогими;
- наращивание результатов производится за счет наращивания мощностей физических приборов;
- фактически исчезло руководство решениями практических задач со стороны фундаментальных наук.

Последнее обстоятельство является решающим.

В настоящее время сложилось положение, типовое для кануна очередной революции в естествознании. Капиталистический способ производства привел к хищническому расходованию ресурсов, в результате чего возник ресурсный кризис. Попытка ведущих капиталистических стран разрешить свои трудности за счет России и стран СНГ носит временный характер, так как и их ресурсы не безграничны. Человечество стоит перед угрозой экологического кризиса, когда даже питьевая вода и чистый воздух становятся дефицитом. Налицо демографический кризис, связанный с ростом народонаселения земного шара, вызванный полуголодным существованием большей частью человечества. Таким образом, жизнь настоятельно требует решения всех возникших проблем, что приближает очередную революцию в естествознании.

К середине 60-х годов по «элементарным частицам» вещества были получены многочисленные статистические данные. Оказалось, что все «элементарные частицы» состоят «каждая из всех остальных», то есть при преобразовании любой частицы в результате их соударений могут быть получены любые частицы. С другой стороны, никаких сведений о внутренней структуре самих «элементарных частиц» нет, потому что в результате постулативного подхода в квантовой механике и в теории относительности из рассмотрения выброшен строительный материал частиц – эфир – мировая среда. Это оказалось главным препятствием для поступательного развития естествознания. Дальнейшее продвижение в глубь материи требует возврата к методологии классической физики, возврата к концепции эфира, являвшегося обязательным атрибутом всего естествознания на протяжении всей его истории вплоть до начала XX столетия, что позволяет этот кризис разрешить.

Таким образом, мы находимся накануне ШЕСТОЙ РЕВОЛЮЦИИ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ, которая даст толчок новому, исключительно мощному его развитию. Сегодня можно только гадать о тех следствиях, к которым он приведет. Предположительно это может быть полное решение энергетической, ресурсной и экологической проблем, а возможно и здравоохранения и много чего еще.

Однако следует отметить, что как и при всех предыдущих революциях естествознания очередной шестой переход на новый иерархический уровень организации материи требует ревизии основ существующего естествознания, сохранения всего того, что соответствует новым задач, и отказа от всего, что является наносным, искусственным, не соответствующим реальной природе физических явлений.

Схематически последовательность этапов развития естествознания представлена на рис. 1.2.

1.14. Технологии как прикладной итог естествознания

Технология (от греч. techne – искусство, мастерство, умение) – совокупность приемов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов, полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в различных отраслях промыш-

ленности. Технологическими процессами называются сами операции по добыче, обработке, переработке, транспортированию, складированию, хранению, которые являются частью производственного процесса. В состав технологии включается и технический контроль производства. Таким образом, технологии являются неотъемлемой частью общественного производства.

Однако следует отметить, что они выполняют еще одну важнейшую роль: технологии являются хранителями знаний, накопленных естествознанием. Те знания, которые использованы технологиями и закреплены общественным производством, сохраняются, по крайней мере, до той поры, пока эти технологии существуют. Утрата же технологий неизбежно ведет к утрате соответствующих знаний. Примеров этому предостаточно.

Совсем недавно в каждом селе были кузницы, основным занятием которых было изготовление кустарных изделий и ковка лошадей. За XX столетие развилось производство, и кустарные изделия стали более предметом искусства, чем предметом повседневной необходимости. Поголовье же лошадей резко сократилось, соответственно сократилось и число кузниц. И если бы возникла необходимость восстановить эту технологию, то пришлось бы столкнуться с немалыми трудностями даже в простом деле изготовления подков. А ведь на протяжении более двух тысяч лет эта технология, изобретенная еще древними римлянами, служила людям безотказно.

Утрачены технологии алхимиков и магов, технологии постройки грандиозных сооружений Египта и Перу и многое другое. Древнее рабовладельческое общество опиралось на дешевый труд рабов и не нуждалось в высоких технологиях, доставшихся в наследство от ранее исчезнувших цивилизаций. А вместе с утратой технологий были утрачены и соответствующие знания. Многие из этих знаний позже добывались с великими трудностями и фактически переоткрывались.

То же можно наблюдать и на разных этапах развития естествознания. Атомизм Левкиппа и Демокрита, почерпнутый ими у ученых древности – египетских жрецов, мидянских магов и вавилонских халдеев – не был развит. Никакого отношения к производственным технологиям атомизм не имел. Фактически это было некое абстрактное учение, не имеющее отношения к текущей жизни. Следом за Демокритом атомистическое учение «развивали», а фактически искажали последующие философы. Эпикур и Александр Афродийский вносили свои «идеи», искажавшие первичные знания. Александр Афродийский упрекал Демокрита за то, что амеры – части атомов – не имеют тяжести, в то время как сами атомы ее имеют. Это свидетельствует о полном непонимании им сущности атомов и тем более сущности природы гравитации. Это непонимание в полной мере продемонстрировал современный философ Ахундов, предположивший, что Демокрит под амерами имел в виду математические абстракции.

Полное непонимание сущности эфира демонстрируют уже учения древних об эфире – среде, заполняющей все мировое пространство. А ведь на этом учении в еще более древние времена базировались технологии, о которых сегодня можно только мечтать: технология трансмутации элементов, переноса громадных тяжестей, так называемая «психическая энергия» и многое другое. Но на протя-



Рис. 1.2. Физические революции и этапы развития естествознания.

жении всей истории естествознания идеи эфира стали всего лишь частью некоей абстрактной философии, а в XX столетии усилиями Эйнштейна и его сподвижников были вообще «отменены» уже административным порядком.

Нечто аналогичное происходило и на втором этапе при переходе к субстанциям. Учение о субстанциях также носило абстрактный характер, но здесь уже наметились некоторые прикладные аспекты. Пожалуй, речь можно вести о трудах выдающегося врача древности Галене (I в.), использовавшего подобную идею для учения о четырех «соках», нарушение пропорций между которыми и является причиной болезней. Гален описал известные в то время способы получения лекарств, цель приема которых заключалась в восстановлении равновесия между этими «соками».

Однако введение на третьем этапе развития естествознания представления о веществах существенно изменило ситуацию. Труды Парацельса и его последователей, создавших иатрохимию (иатро – врач), закрепили представления о веществах в технологиях медицины того времени. Попутным результатом оказалось развитие технологии средневекового строительства. С тех пор понятие о веществах прочно вошло в науку того и последующего времени.

Все последующие этапы развития естествознания служили прочным основанием для развивающегося производства и давали не только новые направления в науке, но и помогали созданию новых технологий и новых методов всевозможных расчетов.

Четвертый этап развития естествознания, связанный с переходом к представлениям о корпускуле, названной впоследствии молекулой – «маленькой массой», привел к созданию механики, в том числе к небесной механике. Это позволило усовершенствовать технологию навигации, способствовало созданию многочисленных механизмов, оптических систем, часов и пр. Пятый этап, связанный с переходом к атому, привел к созданию химии и учению об электромагнетизме с их разнообразнейшей прикладной практикой. Шестой этап, характеризуемый переходом к «элементарным частицам» вещества, дал атомную энергию с ее разнообразными технологиями.

О том, что даст следующий, седьмой этап развития естествознания, сегодня можно только догадываться.

Таким образом, только прикладное использование в общественном производстве является гарантом усвоения знаний и только до тех пор, пока эти знания им востребованы.

Литература к главе 1:

1. Алексеев И.С. Деятельностная концепция познания и реальность. М., РУССО, 1945, 527 с.
2. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире. М., Энергоатомиздат, 1990, 278 с.
3. Ацюковский В.А. Материализм и релятивизм. Критика методологии современной теоретической физики. М., Энергоатомиздат, 1992, 192 с.
4. Бом Д. Причинность и случайность в современной физике. Пер. с англ. М., ИЛ., 1959, 300 с.
5. Бублейников Ф.Д., Веселовский И.Н. Физика и опыт. Исторические очерки. М., Просвещение, 1970, 264 с.
6. Гастев Ю.А., Есенин-Вольпин А.С. Постулат. БСЭ, 3-изд. Т.20, М., изд-во Сов.Энциклопедия, 1975, с. 423.
7. Геворкян А.Т. Философский анализ революций в физике. Ереван, изд-во АН Арм. ССР, 1974, 163 с.
8. Ощепков П.К. Жизнь и мечта, изд. 4-е. М., Московский рабочий, 1984, 320 с.
9. Тимирязев А.К. Кинетическая теория материи. М., изд-во МГУ, 1954, 218 с.
10. Холтен Дж. Тематический анализ науки (логика и методология). 1. Наука – История. 2. Естествознание – философские проблемы. Пер с англ. М., Прогресс, 1981, 383 с.
11. Энгельс Ф. Диалектика природы. Соч. К.Маркс и Ф.Энгельс. 2-е изд., т. 20, 1961.

Глава 2. МЕХАНИКА

«Опыт показывает, что к новым открытиям приходили почти исключительно посредством конкретных механических представлений.»
Л.Больцман. Лекции по теории газов

2.1. Предмет механики

Механика (от греч. mechanike) – наука о простейшей форме движения материи – механическом движении, которое состоит в изменении взаимного расположения тел или их частей в пространстве с течением времени и происходящих при этом взаимодействиях между телами. Примерами таких движений являются: в природе – движения небесных тел, колебания земной коры, воздушные и морские течения, тепловое движение молекул и т.п., а в технике – движения различных летательных аппаратов и транспортных средств, частей всевозможных двигателей и механизмов, деформации элементов различных конструкций и сооружений, движения жидкостей и газов и т.д.

Рассматриваемые в механике взаимодействия представляют собой те действия тел друг на друга, результатом которых являются изменения механического движения этих тел. Их примерами могут быть притяжения тел по закону всемирного тяготения, взаимные давления соприкасающихся тел, воздействия частиц жидкостей или газа друг на друга и на движущиеся в них тела и т.п.

При изучении движения материальных тел в механике вводится ряд абстрактных понятий, отражающих те или иные свойства реальных тел. Ими являются:

– ***материальная точка*** – объект пренебрежимо малых размеров, имеющий массу; понятие применимо, если реальными размерами такого объекта можно пренебречь по сравнению с проходимым им расстоянием;

– ***абсолютно твердое тело*** – тело, расстояние между двумя любыми точками которого всегда остается неизменным, это понятие применимо, когда можно пренебречь деформацией тела;

– ***сплошная изменяемая среда*** – это понятие применимо, когда при изучении движения изменяемой среды (жидкости, газа) можно пренебречь молекулярной структурой среды; сюда же примыкает понятие идеальной жидкости – несжимаемой невязкой жидкости и идеального газа, не обладающего вязкостью.

Соответственно механика разделяется на:

– механику материальной точки;
– механику системы материальных точек;
– механику абсолютно твердого тела;
– механику сплошной среды, которая подразделяется на теорию упругости, теорию пластичности, гидромеханику, аэромеханику, газовую динамику и пр.

В каждом из этих разделов в соответствии с характером решаемых задач выделяют статику – учение о равновесии тел под действием сил, ***кинематику*** – учение о геометрических свойствах движения тел без учета их масс и действующих на них сил и ***динамику*** – учение о движении тел под действием сил.

Разделами механики, имеющими важное самостоятельное значение, являются также: теория колебаний, теория устойчивости равновесия и устойчивости движения, теория гироскопа, механика тел переменной массы, теория автоматического регулирования, теория удара.

Изучение основных законов и принципов, которым подчиняется механическое движение тел, и вытекающих из этих законов и принципов общих теорем и уравнений составляет содержание теоретической механики.

Важное место в механике, особенно в механике сплошных сред, занимают экспериментальные исследования.

Разделы гидромеханики и аэромеханики объединяются общим названием гидроаэромеханики.

Гидроаэромеханикой называется раздел механики, посвященный изучению равновесия и движения жидких и газообразных сред и их взаимодействию между собой и с твердыми телами. В гидроаэромеханике отвлекаются от молекулярного строения жидкостей и газов, рассматривая их как сплошную среду, непрерывно распределенную в пространстве.

Гидроаэростатикой называется отдел гидроаэромеханики, в котором рассматриваются условия и закономерности равновесия жидкостей и газов под действием приложенных к ним сил.

Гидроаэродинамикой называется отдел гидроаэромеханики, в котором изучаются законы движения жидкостей и газов и их взаимодействия с твердыми телами.

Отличительной особенностью жидкостей и газов по сравнению с твердыми телами является их текучесть, т. е. малая сопротивляемость деформации сдвига. При неограниченном уменьшении скорости деформации силы сопротивления жидкости или газа этой деформации стремятся к нулю. Основное различие между жидкостью и газом заключается в характере зависимости их плотности от давления, т.е. в практической несжимаемости жидкостей и заметной сжимаемости газов. Однако в реальных жидкостях при весьма малых скоростях проявляются упругие силы сцепления молекул.

В гидроаэромеханике для жидкостей и газов обычно пользуются единым термином «жидкость» (несжимаемая или сжимаемая).

Несжимаемой жидкостью называется жидкость или газ, зависимостью плотности которого от давления в рассматриваемой задаче можно пренебречь. Сжимаемой жидкостью называется газ, зависимостью плотности от которого в рассматриваемой задаче пренебречь нельзя.

Идеальной жидкостью называется жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение. Вязкими жидкостями называются жидкости, для которых явлением внутреннего трения пренебречь нельзя.

Баротропной жидкостью называют жидкость, плотность которой зависит только от давления.

Рассмотрение задач гидростатики может быть основано на принципе отвердевания: равновесие жидкости не нарушится, если какой-либо элемент ее объема считать отвердевшим.

Различают два типа внешних сил, действующих на элемент объема жидкости, – массовые и поверхностные.

Массовыми силами называются силы, действие которых приложено к каждой точке объема тела, не зависит от присутствия других частей жидкости, кроме рассматриваемого элемента, а численное значение пропорционально массе этого элемента. Примером массовой силы является сила тяжести.

Поверхностными силами называются силы, приложенные к элементу жидкости со стороны прилегающих к нему частиц остальной жидкости. Эти силы действуют на поверхность рассматриваемого элемента. Поверхностная сила, отнесенная к единице площади поверхности, на которую она действует, называется напряжением. Всякую поверхностную силу можно разложить на нормальную и касательную к поверхности составляющие. Соответственно различают нормальное напряжение или давление Р и касательное напряжение t. В состоянии равновесия касательные напряжения в жидкости равны нулю, и поверхностные силы представляют собой лишь силы давления, причем давление Р в данной точке жидкости по всем направлениям одинаково. т.е. не зависит от ориентации той поверхности, для которой оно определяется.

Ламинарное течение – это спокойное течение струи жидкостей, не перемешивающихся друг с другом и не имеющих турбулентностей (неустойчивых завихрений) и устойчивых вихрей.

Вихревое движение – это движение жидкости или газа, при котором их частицы перемещаются не только поступательно, но и вращаются около некоторой мгновенной оси.

Подавляющее большинство течений жидкости и газа, которые происходят в природе или осуществляются в технике, представляют собой вихревое движение. Например, движение воды в трубе всегда является вихревым как в случае ламинарного течения, так и в случае турбулентного течения. Вращение элементарных объемов обусловлено здесь тем, что на поверхности стенки из-за прилипания жидкости скорость ее равна нулю, а при удалении от стенок быстро возрастает, так что скорости слоев значительно отличаются друг от друга. В результате около стенок возникает вращение частиц жидкости.

Примерами вихревого движения являются: вихри воздуха в атмосфере, которые часто принимают огромные размеры и образуют смерчи и циклоны, водяные и воздушные вихри, образующиеся за движущимися телами (присоединенные вихри), воронки в воде реки. Образование вихрей сзади движущихся предметов создает дополнительную силу, препятствующую движению и оценивается как вихревое сопротивление.

Механика тесно связана со многими другими разделами физики. Восстановление представлений о мировой газоподобной среде – эфире вообще сводит все физические процессы к механическим процессам. происходящим с этой средой.

2.2. Краткая история становления механики

Механика – одна из древнейших наук. Ее возникновение и развитие неразрывно связано с развитием производительных сил общества, нуждами практики. Раньше других разделов механики под влиянием запросов строительства стала

развиваться статика, которая, вероятно, уже использовалась за несколько тысячелетий до нашей эры, о чем свидетельствуют древние вавилонские постройки.

К первым дошедшим до нас трактатам по механике, появившимся в Древней Греции, относятся натурфилософские сочинения Аристотеля (384–322 до н.э.) – выдающегося древнегреческого философа и ученого, который и ввел в науку термин «механика». Из его сочинений следует, что в то время были известны законы сложения и уравновешивания сил, приложенных к одной точке и действующих вдоль одной и той же прямой, свойства простейших машин и закон равновесия рычага. В Древней Греции уже были известны пять механизмов (приспособлений), позволяющих путем изменения направления приложения усилий или путем уменьшения усилий за счет увеличения пути действия силы существенно облегчить труд при погрузочно-разгрузочных работах, при строительстве и т.п. Этими приспособлениями были клин, рычаг, ворот, блок, и полиспаст (рис. 2.1).

Научные основы статики разработал Архимед в III в. до н.э. Его труды содержат строгую теорию рычага, понятие о статическом моменте, правило сложения параллельных сил, учение о равновесии подвешенных тел и о центре тяжести, начала гидростатики.

Дальнейший существенный вклад в исследования по статике, приведший к

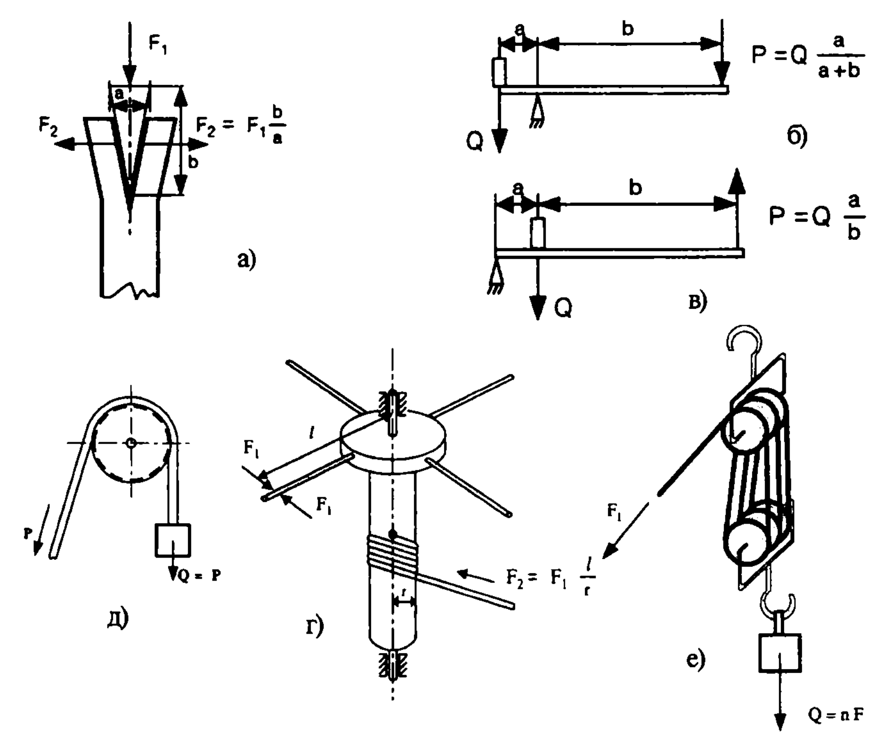


Рис. 2.1. Простейшие механизмы: а) клин; б) рычаг 1-го рода; в) рычаг 2-го рода; г) ворот; д) блок; е) полиспаст.

установлению правила параллелограмма сил и развитию понятия о моменте силы, сделали И.Неморарий (XIII в.), Леонардо да Винчи (XV в.), голландский ученый Стевин (XVI в.) и особенно французский ученый П.Вариньон (XVII в.), а также французский ученый Л.Пуансо (1777–1859).

Проблема изучения движения тоже возникла в глубокой древности. Решения простейших кинематических задач о сложении движений содержатся уже в сочинениях Аристотеля и в астрономических теориях древних греков, особенно в теории эпициклов, завершенной Птолемеем (II в. н.э.).

Труды и заслуги Аристотеля были признаны всеми учеными Европы, и его учение безраздельно господствовало в науке вплоть до начала XVI в. Его труды охватывали логику, физику, биологию, этику, философию, социологию и историю. Учение Аристотеля, которого Маркс назвал вершиной древнегреческой философии, оказало громадное влияние на последующее развитие философской мысли. Но в области физики идеи Аристотеля были во многом ложными.

В частности, динамическое учение Аристотеля, господствовавшее почти до XVII в., исходило из ошибочных представлений о том, что брошенное тело всегда находится под воздействием некоторой силы, например, силы воздуха, подталкивающего брошенный камень, что скорость падающего тела пропорциональна его весу и т.п.

Периодом создания научных основ динамики, а за ней и всей механики, явился XVII век. Уже в XV–XVI вв. в странах Западной и Центральной Европы начинают развиваться буржуазные отношения, что привело к значительному развитию ремесел, торгового мореплавания и военного дела (совершенствование огнестрельного оружия). Это поставило перед наукой ряд важных проблем – исследование полета снарядов, удара тел, прочности больших кораблей, колебаний маятника (в связи с развитием часов) и пр. Найти решение этих проблем можно было только разрушив ошибочные представления теоретических установок Аристотеля.

Первый шаг в этом направлении сделал польский ученый Н.Коперник (1473–1543), учение которого оказало огромное влияние на развитие механики. Коперник ввел понятие относительности движения и показал необходимость при его изучении выбора системы отсчета. Но основные научные положения механики сформулировал итальянский физик, механик и математик Г.Галилей (1564–1642). Он показал, что падающие тела движутся равноускоренно в вакууме, он установил два главных принципа механики – принцип относительности и закон инерции. Он нашел, что траекторией движения брошенных под углом к горизонту тел является парабола, он положил начало развитию теории колебаний. Галилей первым сформулировал «золотое правило» статики – начальную форму принципа возможных перемещений. Он исследовал прочность балок и положил начало науке о сопротивлении материалов. Галилей первым показал необходимость планомерного введения в науку эксперимента.

Влияние Галилея на развитие механики, оптики и астрономии в XVII в. неоценимо. Его научная деятельность и научная смелость имели решающее значение для победы гелиоцентрической системы мира. Особенно значительна работа Галилея по созданию основных принципов механики. По существу закон инерции и закон сложения движений были им вполне осознаны и применены к решению прак-

тических задач до Ньютона. Он изучил законы свободного падения тел и падения их по наклонной плоскости, законы движения тела, брошенного под углом к горизонту, установление сохранения механической энергии при колебаниях маятника. Он первый выдвинул идею об относительности механического движения.

Мир бесконечен, материя вечна, считал Галилей, а сам мир существует объективно, вне и независимо от человеческого сознания. Все в природе подчинено строгой механической причинности. Подлинную цель науки Галилей видел в отыскании причин явлений. Исходным пунктом познания природы он считал наблюдение, основой науки он считал опыт. Задача ученого – «изучать великую книгу природы», а тех, кто слепо придерживается мнения авторитетов, не желая самостоятельно изучать явления природы, Галилей считал недостойными звания философов и клеймил как «докторов зубрежки».

Современник Галилея французский философ и математик Р.Декарт (1596–1690) сформулировал закон сохранения количества движения, он же ввел понятие импульса силы. Нидерландский ученый Х.Гюйгенс (1629–1695) после этого решил ряд важных задач динамики – исследование движения точки по окружности, колебаний физического маятника, законов упругого удара тел. В 1659 г. он подготовил трактат «О центробежной силе», в котором впервые ввел понятия центростремительной и центробежной сил, понятие момента инерции (сам термин принадлежит Л.Эйлеру) и принцип закона сохранения энергии. Появившиеся в 1673 г. «Маятниковые часы» Гюйгенса входят в число самых замечательных книг по механике и являются, как отметил С.И.Вавилов, прекрасным звеном между «Беседами» Галилея и «Началами» Ньютона.

Основы законов механики были окончательно сформулированы англичанином Исааком Ньютоном (1643–1727) в 1687г. Ньютон завершил исследования предшественников, обобщил понятие силы и ввел понятие массы. Сформулированный им основной (Второй) закон механики позволил Ньютону решить большое число задач небесной механики, в основу которой был положен открытый им же закон тяготения. Он сформулировал Третий закон механики - равенства действия и противодействия. Исследовав сопротивление жидкости движущимися в ней телами, Ньютон открыл основной закон трения в жидкостях и газах. Английский ученый Р.Гук экспериментально установил закон, выражающий зависимость между напряжениями и деформациями в упругом теле.

В XVIII в. интенсивно развивались общие аналитические методы решения задач механики материальной точки, системы точек и твердого тела, а также небесной механики, основывавшейся на использовании открытого Ньютоном и немецким физиком и математиком Г.В.Лейбницем исчисления бесконечно малых величин. На этой основе петербургский академик Л.Эйлер разработал аналитические методы решения задач динамики материальной точки, развил теорию моментов инерции и заложил основы механики твердого тела. Ему принадлежат также первые исследования по теории корабля, по теории устойчивости упругих стержней, по теории турбин и по решению ряда задач кинематики. Французскими учеными Г.Амантоном и Ш.Кулоном в это же время экспериментально были найдены законы трения.

Важным этапом развития механики было создание динамики несвободных

механических систем. Исходными для решения этой проблемы явились принцип возможных перемещений, выражающий общее условие равновесия механической системы, развитию которого были посвящены исследования П.Бернулли, Л.Карно, Ж.Фурье, Ж.Г.Лагранжа и др., а также принцип динамики, разработанный Ж.Д'Аламбером, согласно которому силы, приложенные к точке, реакции наложенных связей и силы инерции взаимно уравновешиваются. Французский ученый П.Мопертюи разработал принцип наименьшего действия, которые затем развили Л.Эйлер и французский академик Ж.Л.Лагранж. В 1788 г. появилась знаменитая «Аналитическая механика» Лагранжа, приведшая классическую механику в стройную систему.

Приложение аналитических методов к механике сплошной среды привело к разработке теоретических основ гидродинамики идеальной, т.е. невязкой и несжимаемой жидкости. Основополагающими здесь явились труды Л.Эйлера, Д. Бернулли, Лагранжа, Д'Аламбера, а также М.В.Ломоносова, открывшего закон сохранения вещества.

В XIX в. продолжалось интенсивное развитие всех разделов механики. Классические работы Эйлера и Лагранжа, продолженные русским математиком С.Ковалевской, послужили основой разработки теории гироскопа. Дальнейшему развитию принципов механики были посвящены труды М.В.Остроградского, У.Гамильтона, К.Якоби, Г.Герца и др.

В решении фундаментальной задачи механики и всего естествознания – об устойчивости равновесия и движения ряд важных результатов – получили английский механик Э.Раус и русский ученый Н.Е.Жуковский. Разработка методов решения задачи устойчивости движения принадлежит А.М.Ляпунову. Основы современной теории автоматического регулирования были разработаны И.А.Вышнеградским.

Параллельно с динамикой в XIX в. разрабатывалась и кинематика. Французский ученый Г.Кориолис доказал теорему о составляющих ускорения тела в относительном движении. С тех пор в механику вошло представление о поворотном ускорении, которое получило его имя. Возросло значение прикладных исследований по кинематике механизмов, важный вклад в это направление сделал петербургский профессор П.Л.Чебышев.

В XX в. появились новые разделы механики – теория нелинейных колебаний, теория реактивного движения тел с переменной массой, основанная трудами русских ученых И.В.Мещерского и К.Э.Циолковского. Появились два новых раздела – аэродинамика, основанная Н.Е.Жуковским, и газовая динамика, основы которой были заложены С.А.Чаплыгиным.

Развитие гидроаэромеханики протекало в тесной связи с запросами практики. Первые гидротехнические устройства (каналы, колодцы) и плавающие средства (плоты, лодки) появились еще в доисторические времена. Изобретение таких сложных аэро- и гидромеханических устройств, как парус, весло, руль, насос также относится к далекому прошлому. Развитие мореплавания и военного дела послужило стимулом к появлению основ механики и, в частности, гидроаэромеханики.

Главной проблемой гидроаэромеханики с самого ее возникновения стало взаимодействие между средой (водой, воздухом) и движущимся или покоящимся в

ней телом. Первым ученым, внесшим значительный вклад в гидроаэромеханику, был Архимед (III в. до н.э.), открывший ***основной закон гидростатики***: на погруженное в жидкость тело действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненной телом. Эта сила приложена в центре тяжести объема погруженной части тела. Архимед создал теорию равновесия жидкостей. Труды Архимеда явились основой для создания ряда гидравлических аппаратов, в том числе поршневых насосов.

Следующий этап развития гидроаэромеханики относится к эпохе Возрождения (XVI–XVII вв.). Итальянский ученый Леонардо да Винчи сделал первый существенный шаг в изучении движения тел в жидкости и газе. Он, наблюдая полет птиц, открыл существование сопротивления среды и считал, что воздух, сжимаясь вблизи передней части тела, «загустевает» и поэтому препятствует движению в нем тел. В настоящее время это явление называется «воздушная подушка». Сжимаясь под крылом птицы, воздух, по его мнению, создает опору для крыла, благодаря чему и возникает подъемная сила. Французский математик и физик Б.Паскаль установил, что давление в каждой точке жидкости действует одинаково во все стороны.

Первое теоретическое определение закона сопротивления принадлежит И.Ньютону, который объяснял сопротивление тела при движении его в газе ударами частиц о лобовую часть тела, а величину сопротивления считал пропорциональной квадрату скорости тела. Ньютон также обнаружил сопротивление, связанное с трением тела о жидкость.

Создателями теоретической гидродинамики являются Л.Эйлер и Д.Бернулли, оба много лет работавшие в Петербурге.

Леонард Эйлер (1707–1783) и Даниил Бернулли (1700–1783) положили начало гидромеханике как науке. Эйлером были выведены уравнения равновесия и движения жидкостей и газов и сформулирован закон сохранения массы для жидкого тела. Эйлер исследовал некоторые вопросы движения тел в жидкости и полученные результаты применил к задачам судостроения и конструирования гидравлических машин. Метод Эйлера, который заключается в том, что движение жидкости определяется путем задания поля скоростей жидкости в пространстве в каждый момент времени, до настоящего времени является основным методом гидродинамики. Эйлер же вывел уравнение движения идеальной жидкости как основное уравнение гидро- и аэродинамики. В дальнейшем это уравнение было развито французским инженером и ученым Л.Навье (1785–1836) и английским физиком Дж.Стоксом (1819–1903), которые учли влияние вязкости на течение жидкости. Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости получило название уравнения Навье-Стокса.

Даниил Бернулли впервые ввел термин «гидромеханика». Он установил зависимость между удельными энергиями при движении жидкости, эта зависимость в настоящее время называется уравнением Бернулли. Из уравнения видно, что при движении струи жидкости в трубе с переменным сечением при постоянстве суммы кинетической и потенциальной энергий при увеличении скорости давление в струе будет снижаться и наоборот. Это положение широко подтверждено практикой.

С тех пор основной задачей гидроаэродинамики является нахождение поля

скоростей, давления и плотности в жидкости, движущейся под действием заданных внешних сил. Для учета специфических особенностей конкретной задачи и получения однозначного решения необходимо указывать начальные и граничные условия. Начальные условия определяют состояние движения жидкости в начальный момент времени, граничные условия определяют условия движения жидкости на границах рассматриваемой области.

В трудах французских ученых Ж.Лагранжа и О.Коши, немецких ученых Г.Кирхгофа и Г.Гельмгольца, английского ученого Дж.Стокса, русских ученых Н.Е. Жуковского и С.А.Чаплыгина и др. были разработаны аналитические методы исследования идеальной жидкости применительно ко многим важным задачам – к движению жидкости в каналах, истечению струй, к движению в жидкости и газе твердых тел.

Основным достижением гидроаэромеханики в XIX в. был переход к исследованиям вязкой жидкости, что было связано с развитием гидравлики и теории смазки. Большое развитие в связи с этим получили экспериментальные исследования.

Решающее значение для всего дальнейшего развития науки имеет представление о пограничном слое, уравнение которого впервые было выведено немецким ученым Л.Прандтлем.

Рост производительных сил и бурное развитие промышленности в конце XIX–начале XX вв. сильно ускорили развитие гидромеханики. В этот период были глубоко изучены процессы, происходящие при движении вязкой жидкости, в частности, при турбулентном режиме. Огромное развитие получили исследования прикладного характера, связанные с решением практических задач. К этому периоду относятся и крупнейшие работы русских ученых в области гидромеханики. Можно с полным основанием утверждать, что с этого времени инициатива постановки, а также и решения основных проблем гидромеханики перешли к русским гидромеханикам.

Механика сплошной среды получила в XIX в. значительное развитие. Трудами Л.Навье и О.Коши были установлены общие уравнения теории упругости. Исследования Л.Навье и Дж.Стокса привели к установлению дифференциальных уравнений вязкой жидкости. Г.Гельмогольцем было развито учение о вихрях. Английский физик О.Рейнольдс положил начало изучению турбулентных течений, Г.Кирхгоф и Н.Е.Жуковский отрывному обтеканию тел, Л.Прандтль – теории пограничного слоя, Н.П.Петров – теории трения при смазке.

Решение ряда важнейших проблем гидромеханики связано с именами гениальных русских ученых Дмитрия Ивановича Менделеева, Константина Эдуардовича Циолковского, Николая Егоровича Жуковского, Алексея Николаевича Крылова, Сергея Алексеевича Чаплыгина и многих других.

Необходимо отдельно отметить работы профессора Казанского университета И.С.Громека по винтовым струям, а также работы Н.Е.Жуковского «О присоединенных вихрях», которые в ближайшем будущем должны получить серьезное развитие.

Во второй половине XIX в. стали развиваться исследования течений сжимаемой сплошной среды, получившие название газовой механики. Это оказалось особенно важным уже в XX столетии для авиации, ракетостроения, увеличения скорости подводных лодок и т.п.

Современная гидроаэромеханика – разветвленная наука, состоящая из многих разделов, тесно связанных со многими другими разделами физики, с математикой, химией и пр. Движение и равновесие несжимаемых жидкостей изучает гидромеханика, движение газов – газовая механика и аэромеханика. Появились теория фильтрации и теория волнового движения жидкостей. Приложениями гидроаэромеханики являются климат и погода, многообразные задачи авиации и ракетной техники, кораблестроения и энергомашиностроения, теории горения и метеорологии.

В XX в. появилась СТО – специальная теория относительности, основы которой были разработаны А.Эйнштейном. Хотя традиционно эта часть физики относится к электродинамике, в ней, кроме одной константы – скорости света, практически нет ничего, относящегося в электродинамике. Поскольку СТО рассматривает особенности движения тел при разных скоростях, в том числе и около световых, ее правильнее отнести к механике. Считается, что механика на этом направлении получила дополнительное развитие. На самом деле, это «развитие» носит абстрактно-математический характер и никогда не было использовано в прикладных задачах. Развитие механики в подобном направлении никакого смысла не имеет.

2.3. Основные законы механики

2.3.1. Статика

Сила – величина, являющаяся мерой механического действия на материальное тело других тел. Это действие вызывает изменение скоростей точек тела или его деформацию и может иметь место как при непосредственном контакте, так и через посредство создаваемых полями полей. Прямая, вдоль которой направлена сила, называется линией действия силы.

Момент сил – величина, характеризующая вращательный эффект силы при действии ее на твердое тело. Различают момент сил относительно центра и относительно оси (рис. 2.2).

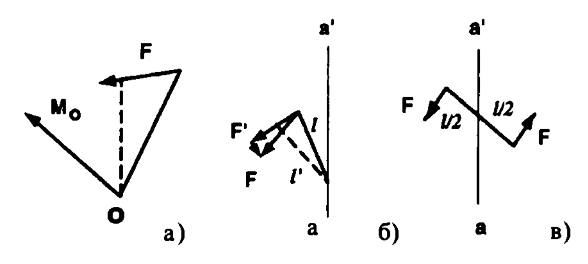


Рис. 2.2. Момент силы относительно точки (а) и относительно оси (б), момент пары сил (в).

Момент силы относительно центра О – величина векторная. Его модуль равен:

$$\mathbf{M}_o = \mathbf{Fh}, \text{ Н.м;}$$

где **F** – модуль силы, а **h** – плечо (рис. 2.2а).

Момент силы относительно оси – величина алгебраическая, равная проекции на эту ось момента силы относительно любой точки *О* оси (рис. 2.2б):

$$M_z = M_o \cos \gamma = F_{xy}h$$

Пара сил – система двух сил, действующих на твердое тело, равных друг другу по абсолютной величине, параллельных и направленных в противоположные стороны.

Расстояние между линиями действия пары сил называется ***плечом пары сил***.

Действие, оказываемое парой сил на твердое тело, характеризуется ее моментом, равным по абсолютной величине

$$M_o = Pl, \text{ Н.м.}$$

где P – величина одной из сил, Н; l – плечо, м – расстояние между линиями действия сил (рис. 2.2в.).

Любая пара сил механически эквивалентна одной паре сил с моментом, равным геометрической сумме моментов векторов этих пар сил. Если геометрическая сумма векторов – моментов некоторой системы пары сил равна нулю, то эта система пары сил является уравновешенной.

Пара сил не имеет равнодействующей, т.е. она не может быть эквивалентна действию какой-либо одной силы.

Первая аксиома статики. Две силы, действующие на материальную частицу, имеют равнодействующую, определяемую по правилу параллелограмма сил.

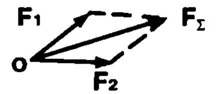


Рис. 2.3. Геометрическое суммирование двух сил, приложенных к общей точке.

Сила, равная геометрической сумме двух сил, является диагональю параллелограмма, построенных на этих силах как на его сторонах (рис. 2.3).

Вторая аксиома статики. Две силы, действующие на материальную частицу или абсолютно твердое тело, уравновешиваются только тогда, когда они одинаковы по численной величине и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны.

Третья аксиома статики. Прибавление или вычитание уравновешенных сил не изменяет действия данной системы сил на твердое тело.

Главным вектором системы сил называется величина **R**, равная геометрической сумме всех сил $\mathbf{F}_k$, действующих на данное тело.

Главным моментом системы сил относительно центра О называется величина M_o, равная геометрической сумме моментов этих сил относительно этого центра.

Условием равновесия любой системы сил, действующих на твердое тело, является обращение величин R и M_o в нуль.

Рычаг – простейший механизм, позволяющий меньшей силой уравновесить большую, представляет собой твердое тело, вращающееся вокруг неподвижной оси.

Основное свойство рычага любой формы выражается равенством:

$$P_1 h_1 = Q_2 h_2,$$

где P и Q – приложенные силы, а h_1 и h_2 – расстояния по перпендикулярам, опущенным из точки опоры O на линии действия сил (плечи сил). В зависимости от расположения точки опоры относительно приложенных сил различают рычаги 1-го и 2-го родов (рис. 2.1б и 2.1в).

Полиспаст – таль, грузоподъемное устройство, состоящее из собранных в подвижную и неподвижную обоймы блоков, последовательно огибаемых канатом и предназначенных для выигрыша в силе (силовой полиспаст) или в скорости (скоростной полиспаст). В силовом полиспасте груз подвешивается к подвижной обойме, а тяговое усилие прикладывается к ветви каната, сбегающей с последнего из блоков. Сила натяжения каната определяется отношением груза к числу ветвей каната. Скоростной полиспаст – это обращенный силовой полиспаст (рис.2.1е).

2.3.2. Кинематика

Любое сложное движение твердого тела слагается из серии элементарных или мгновенных движений.

Самым общим случаем движения является движение твердого тела, имеющего 6 степеней свободы. Положение тела определяется 3 координатами одной из его точек центра тяжести и 3 углами; закон движения задается 6 уравнениями, выражающими зависимости этих координат и углов от времени.

Сложное движение точек или тел – это движение, рассматриваемое одновременно по отношению к двум или более взаимно перемещающимся точкам отсчета.

Абсолютными являются движение, скорость и ускорение по отношению к основной системе отсчета, ***относительными*** – по отношению к подвижной системе отсчета. ***Переносным*** называется движение самой подвижной системы отсчета по отношению к основной системе отсчета.

Абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей:

$$\mathbf{v}_а = \mathbf{v}_{отн} + \mathbf{v}_{пер}.$$

Абсолютное ускорение точки равно геометрической сумме трех ускорений – относительного, переносного и кориолисова:

$$\mathbf{w}_а = \mathbf{w}_{отн} + \mathbf{w}_{пер} + \mathbf{w}_{кор}.$$

Кориолисово ускорение – поворотное ускорение, появляющееся вследствие изменения относительной скорости точки $\mathbf{v}_{отн}$ при переносном движении (движе-

нии подвижной системы отсчета) и переносной скорости при относительном движении точки:

$$w_{кор} = 2\omega_{пер}\omega_{отн}\sin\alpha ,$$

где $\omega_{пер}$ – угловая скорость поворота подвижной системы отсчета вокруг некоторой оси AB, α – угол между $v_{отн}$ и осью AB (рис. 2.4).

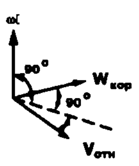


Рис. 2.4. Определение кориолисова ускорения.

Винтовое движение – движение тела, слагающееся из прямолинейного поступательного движения со скоростью v и вращательного движения с угловой скоростью (вокруг оси, параллельной направлению скорости. Винтовое движение может быть правым – вращение по часовой стрелке по направлении вектора скорости или левым – вращение против часовой стрелки по направлению вектора скорости (рис. 2.5).

а)

б)

Рис. 2.5. Винтовая линия правая (а) и левая (б).

Кинематика механизмов – раздел теории машин и механизмов, в котором изучают геометрическую сторону движения частей (звеньев) механизма, основываясь на предположении, что механизм состоит из подвижно соединенных твердых тел – звеньев, движения которых определяются движением одного или нескольких звеньев (рис. 2.6).

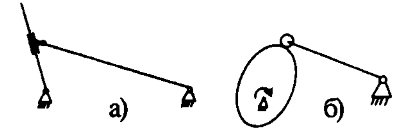


Рис. 2.6. Простейшие механизмы – шарнирный кулисный механизм (а) и кулачковый механизм (б).

Основная задача кинематического анализа – определение положений звеньев, отдельных точек механизма, угловых скоростей и ускорений звеньев и отдельных точек механизма.

Основная задача кинематического синтеза – проектирование механизмов по заданным свойствам.

2.3.3. Динамика

В основе динамики лежат три закона Ньютона, из которых, как следствия, получаются все уравнения и теоремы, необходимые для решения ее задач.

Первый закон Ньютона. Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

Второй закон Ньютона. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. Математическое выражение Второго закона:

$$\frac{d(mv)}{dt} = F; \quad mw = F;$$

где m – масса точки, v – ее скорость, w – ее ускорение, F – действующая сила.

Для углового движения:

$$\frac{d(J\omega)}{dt} = M; J\varepsilon = M; \quad J = \int \rho \, h^2 dV,$$

где J – момент инерции тела, ω –угловая скорость, ε – угловое ускорение, M – вращающий момент, ρ – плотность тела, h – расстояния до оси вращения, V – объем тела.

Третий закон Ньютона. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, или иначе, взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны:

$$F_{д} = -F_{пр}.$$

Задачи динамики 1-го типа: зная движение тела, определить действующие на него силы.

Задачи динамики 2-го типа: зная действующие на тело силы, определить законы движения тела.

Меры движения.

Мерами движения тел являются количество движения, кинетическая и потенциальная энергии и момент количества движения.

Количество движения **K** определяется произведением массы тела m на скорость его поступательного движения **v**:

$$\mathbf{K} = m\mathbf{v}.$$

Кинетическая энергия $W_к$ является мерой его механического движения, измеряется той работой, которую тело может совершить до полной остановки и определяется выражением:

$$W_к = \frac{mv^2}{2}.$$

Потенциальная энергия является мерой той работы, которую способны совершить потенциальные силы (внешние и внутренние) при переходе тела под их воздействием от своего местонахождения до положения, принятого за нулевое.

Момент количества движения L определяется произведением количества движения массы, умноженной на ее расстояние от оси вращения:

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \cdot m\mathbf{v} \, .$$

Законы сохранения

Закон сохранения количества движения. Количество движения **К** замкнутой системы с течением времени не изменяется:

$$\frac{dk}{dt} = 0; \; \sum_{i=1}^{n} m_i v_i = const$$

Закон сохранения энергии. При любых процессах, происходящих в изолированной системе, ее полная энергия не изменяется:

$$W = W_к + W_п = \text{const},$$

где $W_к = mv^2/2$ – кинетическая энергия тела, $W_п$ – его потенциальная энергия.

Закон сохранения момента количества движения. При отсутствии внешних сил момент количества движения L точки с течением времени не меняется:

$$\frac{d\mathbf{L}}{dt} = 0;$$

Два способа криволинейного движения тела :

а) вокруг цилиндра при уменьшении радиуса вращения за счет намотки нити, удерживающей тело, на цилиндр – движение без подвода энергии (рис. 2.7а);

б) вокруг центра при уменьшении радиуса вращения за счет подтягивания тела путем укорачивания нити – движение с подводом энергии (рис. 2.7б).

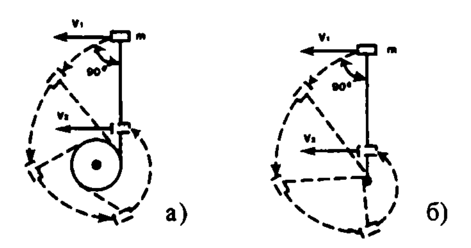


Рис. 2.7. Движение тела по криволинейной траектории вокруг цилиндра (а) и вокруг центра (б).

В первом случае проекция силы, удерживающей массу, на траекторию массы равна нулю вследствие того, что угол между нитью и траекторией составляет π/2. Вращение идет вокруг мгновенного центра, перемещающегося по поверхности ци-

линдра. Этот случай соответствует закону сохранения энергии, скорость движения массы будет неизменной. Здесь сохраняется закон постоянства количества движения и кинетической энергии.

$$K = mv = const;\ W_к = mv^2/2 = \text{const}.$$

Во втором случае изменение радиуса траектории возможно лишь в том случае, если нить будет укорочена при подтягивании массы внешней силой, совершающей тем самым работу. Угол между нитью и траекторией меньше $\pi/2$, сила удержания массы на нити даст проекцию на траекторию и начнет разгонять груз. Скорость массы растет, увеличиваются количество движения и энергия движения массы. Здесь имеет место закон сохранения момента количества движения:

$$\mathbf{L} = \mathbf{r}m\mathbf{v} = \text{const}.$$

С уменьшением радиуса скорость массы растет обратно пропорционально расстоянию до центра вращения:

$$\frac{v'}{v''} = \frac{r'}{r''} = 0;$$

Функция Лагранжа (разность кинетической и потенциальной энергий системы):

$$L_л = W_к - W_п.$$

2.3.4. Гидроаэромеханика

Уравнения Эйлера (соотношение сил в единичном сечении струи жидкости):

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \mathbf{F} - \frac{1}{\rho} gradP;$$

где $\mathbf{F}$ – напряженность массовых сил, $\mathbf{v}$ – скорость потока, ρ – плотность жидкости, P – давление. Из уравнения видно, что ускорение элемента жидкости (левый член уравнения) определяется разностью внешней силы $\mathbf{F}$ и градиента давления P в ней (т.е. внешняя сила расходуется на изменение давления в жидкости и на ее ускорение).

Уравнения Навье-Стокса (то же, но с учетом вязкости жидкости):

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \mathbf{F} - \frac{1}{\rho} gradP + \mathbf{N}(c, \nu, v),$$

где $\mathbf{N}(c, v, v)$ – члены уравнения, зависящие от кинетической вязкости c, второй вязкости v, связанной с химической природой жидкости и температурой, а также от скорости v.

Уравнение Бернулли (уравнение полной энергии струи жидкости):

$$\frac{v^2}{2}+\int\frac{dP}{\rho}=C.$$

Здесь первый член отражает кинетическую, а второй – потенциальную энергии единицы массы жидкости, а постоянная C – ее полную энергию.

С помощью уравнения Бернулли можно определить изменение давления в струях жидкости переменного сечения (рис. 2.8).

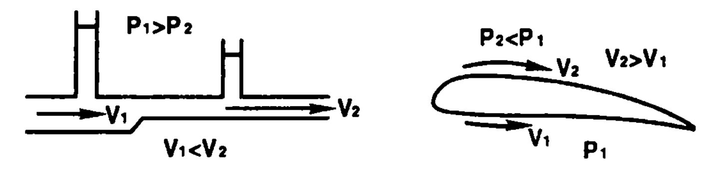


Рис. 2.8. Распределение давлений в трубе переменного сечения (а) и на крыле самолета (б).

Циркуляция вихревой нити:

$$\oint \mathbf{v}d\mathbf{l}=\Gamma;\quad v=\rho/2\pi r;\qquad v_1/v_2=r_2/r_1.$$

Уравнение вихревой нити:

$$rot\ \mathbf{v}=\lim_{\Delta S\to 0}\frac{\oint \mathbf{v}d\mathbf{l}}{\Delta S}=2\omega;$$

где $\mathbf{v}$ – скорость струи жидкости, S – площадь контура, охватываемого линией тока $\mathbf{l}$ вокруг центра нити, ω – угловая скорость вращения нити.

2.4. О некоторых особенностях современной теоретической механики

Все основные положения ньютоновской механики были многократно проверены практикой и всюду были подтверждены. Ее законы соответствуют представлениям об общих физических инвариантах, и никаких противоречий с ними нет, так как ньютоновская механика предполагает несоздаваемость и неуничтожимость массы как мерила количества материи, а также не уничтожимость и не создаваемость пространства, времени и движения материи в пространстве и во времени. В ньютоновской механике пространство евклидово, а время линейно и однонаправленно. Масса не изменяется с изменением скорости, пространство и время не искажаются под влиянием процессов, в них

происходящих, и никакой квантованности материи, пространства или времени в ньютоновской механике нет.

В ньютоновской механике причины предшествуют следствию, всякое событие возникает не само по себе, а как результат некоторых предшествующих событий.

Ньютоновская механика предполагает детерминированность событий и случайность рассматривает только как меру нашего незнания, а не как принцип устройства мира. Поэтому все недостатки современной теоретической механики следует рассматривать не как органически ей присущие несообразности, как это имеет место в теории относительности Эйнштейна или в квантовой механике, а как некоторые методические недоработки, которые могут быть в принципе устранены.

На некоторых из них имеет смысл остановиться.

1. В ряде формул ньютоновской механики целесообразно было бы подчеркнуть существование причинно-следственных отношений путем введения в формулы вместо знака «=», означающего равенство, знак «⇒», показывающий не только равенство левой и правой частей формул, но и направление действия от причины (в данном случае в левой части формулы) к следствию (в правой части формулы).

Так, например, в отличие от функциональных выражений, в которых причина и следствие могут меняться местами, во Втором законе Ньютона сила всегда выступает как внешняя причина ускорения тела, а ускорение тела всегда является следствием приложения внешней силы. Нельзя, придав телу ускорение, получить воздействующую на него силу. Поэтому логичнее было бы вместо знака «=» в формуле ставить знак «⇒», имея в виду последовательность воздействия причины на следствие:

$$\mathbf{F} \Rightarrow m \cdot \mathbf{w}$$

или

$$\mathbf{F} \Rightarrow \frac{d\mathbf{K}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt} = m\mathbf{v} + \mathbf{v}\frac{dm}{dt}.$$

В Третьем законе Ньютона силы воздействия двух тел друг на друга численно равны и направлены в противоположные стороны:

$$F_{\text{р}} = -F_{\text{д}},$$

где $F_{\text{д}}$ – действующая извне сила, а $F_{\text{р}}$ – сила реакции.

Но с учетом изложенного выше правильнее было бы написать:

$$F_{\text{д}} \Rightarrow -F_{\text{р}}.$$

поскольку действие есть причина, а противодействие – следствие.

2. Законы механики, отражающие инвариантность массы, пространства и времени, а также движения, можно полагать строгими и не подлежащими ника-

кой ревизии. Но следует заметить, что если инвариантность массы сформулирована в виде закона сохранения массы, то законы сохранения пространства и времени не сформулированы.

Закон сохранения пространства должен отражать непрерывность в пространстве частей любого явления, передачу воздействий от точки к точке путем непосредственного соприкосновения взаимодействующих частей, включая промежуточную среду (близкодействие). Закон сохранения времени должен отражать непрерывность физических процессов, в том числе происходящих в соприкасающейся среде, переходящих друг в друга.

Что касается законов сохранения движения, то они сформулированы в виде закона сохранения количества движения, неправильно называемого импульсом (в движущемся теле нет ни силы, ни времени ее взаимодействия с другим телом, а есть масса и скорость движения), и закона сохранения энергии. Первая мера есть мера движения, передаваемого от одного тела к другому, вторая есть мера «уничтожаемого» движения, на самом деле движения, необратимо переходящего в теплоту. Но физический механизм этого обстоятельства раскрыт до настоящего времени недостаточно. Мало того, сохранение массы и энергии должно учитывать все иерархические уровни строения материи, тогда такой термин, как «дефект массы» в ядерной физике, т.е. «уничтожение массы», потеряет смысл, поскольку реально никакого уничтожения массы в природе не существует.

3. В некоторых случаях в формулировках законов механики утрачен первоначальный физический смысл. Например, так называемая функция Лагранжа (лагранжиан) есть разность между кинетической и потенциальной энергиями и является функцией обобщенных координат. В обычном виде функция Лагранжа имеет абстрактно-математический характер. Между тем разность кинетической и потенциальной энергий есть потери энергии системой, поскольку потенциальная энергия тратится на создание кинетической энергии и на покрытие потерь. Минимизация функции Лагранжа означает поиск путей минимизации энергетических потерь системой.

Необходимость восстановления физического смысла многих математических выражений физики является актуальной проблемой теоретической механики.

4. Решение практических задач гидроаэромеханики в различных отраслях техники производится как экспериментальными, так и теоретическими методами, и в этом плане гидроаэромеханика накопила огромный теоретический и экспериментальный материал. Однако нет основания считать саму теорию гидроаэромеханики завершенной, поскольку многие ее задачи решаются полуэмпирическим путем, а ряд задач, имеющих прикладное значение, остается нерешенным. К таковым относятся задачи, связанные со становлением новой области физики – эфиродинамики. Это, в частности, задачи вихреобразования в особо разреженной сжимаемой вязкой среде, структура винтовых вихрей, в том числе и тороидальных, процессы в пограничных слоях вихрей, включая теплообменные, взаимодействие винтовых потоков и газовых струй, взаимодействие разреженных вихрей и многие другие.

Как известно, количественно вихревое движение в каждой точке вихря мож-

но оценить вектором ω угловой скорости или ротором, равным удвоенной угловой скорости движения жидкости в данной точке и выражаемым как отношение циркуляции скорости, т.е. криволинейного интеграла скорости вдоль замкнутого контура к охватываемой площади.

Однако такое выражение, принятое в гидродинамике и приближенно пригодное для описания вихрей, имеющихся в идеальной жидкости, уже с большой натяжкой может быть использовано даже применительно к обычной жидкости. Из этого уравнения вытекает, например, что вблизи центра вращения линейная скорость потоков жидкости неограниченно возрастает, и, чтобы избежать явного абсурда, приходится принимать допущение типа того, что центр вихря вращается по закону твердого тела. Для газового вихря, в котором среда сжимается во много раз и на поверхности которого возникает пограничный слой, и это приближение не годится. В уравнениях Навье-Стокса безнадежно искать решение проблемы о турбулентном течении даже несжимаемых жидкостей, не говоря уже о сжимаемых газовых потоках.

В литературе о газовых вихрях почти ничего не сказано, нет даже описания их структуры. Между тем роль газовых вихрей в природе весьма велика, а в будущем, в связи с развитием эфиродинамики, роль знаний о природе и возникновении газовых разомкнутых и замкнутых тороидальных вихрей, особенно винтовых, возрастет значительно. Но теории таких вихрей практически нет.

Множество проблем возникает при изучении энергетики турбулентных течений и особенно газовых вихрей, энергетика которых явно не соответствует привычным положениям.

Особую роль начинают играть пограничные слои, теория которых разработана недостаточно. Сложные процессы перехода скоростей от слоя к слою при одновременном изменении плотности, вязкости и температуры, обмен энергии между движущимися слоями представляют собой весьма сложные задачи, для которых до сих пор нет даже удовлетворительных приближенных решений. То же относится и к взаимодействию газовых вихрей в пределах пограничных слоев.

Взаимодействие винтовых струй практически не описано. Используемые в гидроаэромеханике приближения практически носят полуэмпирический характер и обоснованы недостаточно. Критерии подобия, с натяжкой применяемые для жидких систем, для вязкого сжимаемого газа носят весьма условный характер.

Гидроаэромеханика, пройдя большой путь, тем не менее находится далеко от своего завершения, и дальнейшее ее развитие ждет своих энтузиастов.

Ряд проблем выдвинули и такие направления, как теория нелинейных колебаний, динамика твердого тела, теория устойчивости движения. В ряде случаев вместо «детерминированных», т.е. заранее известных величин приходится рассматривать вероятностные величины.

Много новых проблем возникает и на стыке новых наук. В этом плане появление эфиродинамики, оперирующей с чрезвычайно разреженным, многократно сжимаемым и слабо вязким газом чрезвычайно высокой внутренней энергетики выдвигает серию проблем перед механикой сплошной среды, особенно в части структур газовых образований различной плотности и устойчи-

вости, в части структуры пограничного слоя вихрей, взаимодействия вихревых образований и т.п.

Таким образом, даже в такой освоенной области, как механика, имеются многие направления, над которыми нужно продолжать работать, и развитие механики должно продолжаться.

Литература к главе 2.

1. Богомолов А.Н. Механика в истории человечества. М., Наука, 1978, 151 с.
2. Григорьян А.Т. Механика в России. М., Наука, 1978, 192 с.
3. Григорьян А.Т., Рожанский М.М. Механика и астрономия на средневековом Востоке. М., Наука, 1980, 200 с.
4. Григорьян А.Т. Механика от античности до наших дней. М., Наука, 1974, 479 с.
5. Григорьян А.Т. Очерки развития механики в СССР. М., Русский язык, 1974, 278 с.
6. Лаврентьев М.А. Механика и научно-технический прогресс. Доклад на юбилейной сессии АН СССР М., изд-во АН СССР, 1975, 24 с.
7. Мандрыка А.П. Эволюция механики в ее взаимосвязи с техникой (до середины XVIII в.). Л., Наука, 1972, 251 с.
8. Мандрыка А.П. Взаимосвязь механики и техники (1770–1970). Л., Наука, 1975, 323 с.
9. Тюлина И.А. История и методология механики. М., изд-во МГУ, 1979, 282 с.
10. Механика и цивилизация XVII–XIX вв. Сб. ст. ИЕЕиТ АН СССР. Под ред. А.Т.Григорьяна, Б.Г.Кузнецова. М., Наука, 1979, 527 с.
11. Исследования по истории механики. Сб. ст. под ред. Н.М.Меркулова. М.,Наука, 1981, 311 с.
12. Исследования по истории механики. Сб. ст. под ред. А.Т.Григорьяна. М., Наука, 1983, 286 с.
13. Исследования по истории физики и механики. Сб. ст. под ред. А.Т.Григорьяна.М., Наука; 1985 – 311 с.; 1987 – 245 с.; 1988 – 260 с.; 1989 – 267 с.; 1990 – 244 с.; 1993–1997 – 233с.
14. Механика в истории мировой науки. Сб. ст. под ред. В.С.Кирсанова. Наука,1993, 227 с.

Глава 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

«Не тому следует удивляться, что к этим уравнениям вообще что-то могло быть добавлено, а гораздо более тому, как мало к ним было добавлено».

Л.Больцман. Примечания к работам Максвелла

3.1. Краткая история становления электромагнетизма

Вопрос о том, что такое электричество, явился результатом длительного изучения загадочного агента природы, о котором впервые сообщил Фалес Милетский в VI в. до нашей эры. От греческого слова «электрон» – (янтарь) родилось название – электричество.

Почти в течение тысячи лет было известно только одно: легкие тела притягиваются некоторыми натертыми предметами. Систематическое экспериментальное исследование электричества было начато английским врачом Вильямом Гильбертом (1540–1603). К скудным знаниям древних он добавляет два факта: способность притягивать легкие тела после натирания присуща многим веществам, и наэлектризованные тела притягивают все металлы, дерево, листья, камни, землю и даже растительное масло и воду. Гильберт считал, что сила притяжения является результатом действия невидимых естественных истечений влажной среды.

В 1670 г. немецкий физик Отто Герике (1602–1686) изобрел электростатический генератор, с помощью которого ему удалось установить ряд принципиально важных факторов. Оказалось, что электрические силы полярны: наряду с притяжением существует и отталкивание. Особое значение имело открытие электрической искры. Ее физиологическое, звуковое и световое действия привели к мысли о материальности электричества.

В 1729 г. член Лондонского Королевского общества Стефан Грей исследовал возможность передачи электрических действий по металлической проволоке. Это удалось, но при этом выяснилось, что нити из шелка, волос, смолы и стекла не передают электричества. Так появилось представление о проводниках и изоляторах.

В 1845 г. голландский естествоиспытатель Питер Мушенбрек провел знаменитый лейденский опыт: электризовалась вода с помощью опущенного гвоздя, соединенного с генератором. Испытатель получил при этом такой удар, что, как он сообщил Реомюру, не захотел бы его испытать вторично даже за королевский трон во Франции.

Опыты с электричеством показали, что его можно накапливать, переливать и сохранять. Поэтому Бенджамином Франклином (1706–1790) была выдвинута мысль об электрическом флюиде – тонкой материальной жидкости, для которой обычная материя является своеобразной губкой. Согласно Франклину, электрическая субстанция содержится во всех телах. Ее недостаток означает отрицательную поляризацию, избыток – положительную. Флюид свободно перемещается по проводникам и не перемещается по изоляторам.

Но не все опытные данные укладывались в гипотезу Франклина. Поэтому в 1759 г. англичанин Роберт Симмер пришел к мысли, что тела в обычном состоянии содержат два рода электричества в равных количествах, нейтрализующие друг друга, они создают две силы, тоже нейтрализующие друг друга. Как они устроены – не играет роли.

Эти две теории долгое время конкурировали. Франклин пытался обосновать теорию материальными представлениями, для него электричество – форма материи. Симмер отвергал это, избегая гипотез о природе электричества. Но оказалось в дальнейшем, что именно электрические частички Франклина и начали историю электричества.

Опыты не давали информации о физических свойствах электрического флюида. Исследователи наблюдали лишь его силовые действия, которые и были подвергнуты тщательному изучению.

В XVIII в. господствовало убеждение в том, что все физические явления можно свести к механическому взаимодействию частиц материи. Нужно лишь знание законов такого взаимодействия. Примером служила механика Ньютона. Естественно, что физики искали аналогичный закон для взаимодействия частиц электрических флюидов.

Первый шаг к нахождению такого закона сделал Франц Эпинус (1724–1802), астроном и член Академии наук в Берлине, в возрасте 32 лет приглашенный в Россию, где он прожил 45 лет до самой смерти. Основная идея, которую развивал Эпинус, заключалась в том, что поскольку электричество и магнетизм обнаруживают полное сходство, то должен существовать кроме электрического еще и магнитный флюид, и их частицы должны взаимодействовать между собой с силами, обратно пропорциональными квадрату расстояния. Однако он не нашел этому экспериментального подтверждения.

Успеха достиг француз Шарль Кулон (1736–1806). Именно он изобрел крутильные весы, с помощью которых измерил силу взаимодействия электрических зарядов и вывел важнейший закон природы о притяжении электрических зарядов друг к другу.

Зная закон, можно уже было строить математическую теорию электричества, не задумываясь над тем, что представляет собой неощутимый агент, обусловливающий наблюдаемые явления. Постепенно создалась ситуация, следующим образом обрисованная позже Дж.Дж.Томсоном:

«Физики и математики, которые больше всего сделали для развития теории электрических жидкостей, занимались вопросами, связанными только с законами действия сил между наэлектризованными телами... Понятию же о самих электрических жидкостях они придавали все более и более абстрактный характер, так что, в конце концов всякое упоминание об их физических свойствах стало казаться почти что неделикатным».

Однако дальнейшее развитие событий вынудило физику поставить и решить этот «неделикатный» вопрос.

Представление об изолированности электрического флюида от весомой материи держалось вплоть до начала XIX в. Дальнейшие исследования вскрыли неожиданные и глубокие связи электричества с веществом.

В 1800 г. Александро Вольта (1745–1827) в Италии открывает источник постоянного электрического тока – вольтов столб. В следующем году Никольсон и Кардейль в Англии с помощью вольтова столба производят химическую реакцию разложения воды. Затем английский химик и физик Гемфри Дэви производит электролиз солей и щелочей. С помощью тока ему удалось разложить химические соединения на их составные части. С другой стороны, исследования вольтова столба показали, что ток порождается химическими реакциями. Эти открытия резонировали с бурным развитием химической атомистики.

В 1800 г. Дэви высказывает мысль о том, что химические и электрические силы имеют общую природу, химическое сродство является следствием электрического притяжения частиц вещества. Эта идея послужила плодотворным началом для шведского химика Й.Берцеллиуса, сформулировавшего величайшую из гипотез – гипотезу электрически заряженного атома. Согласно Берцеллиусу, атомы всех веществ заряжены положительным и отрицательным электричеством, они имеют соответствующие полюсы, а образование химических соединений является результатом действия электричества.

Гипотеза электрически заряженного атома была в большом ходу у химиков, однако физики долгое время к ней не обращались. Положение дел изменили исследования Фарадея, сыгравшие особо важную роль в истории электрона.

Майкл Фарадей (1791–1867), английский физик, химик и физико-химик показал, что электрический ток определенной величины, протекающий последовательно через различные растворы одновалентных элементов, отлагает на электродах весовые количества этих веществ, в точности пропорциональные их атомным весам. Отсюда берет начало мысль о том, что одно и то же количество электричества связывается в процессе электролиза с одним атомом каждого вещества. При исследованиях электрохимического разложения Фарадей опирался на представление об атоме как частице вещества, имеющей электрические полюсы. Полярные частицы способны разлагаться под действием электрического тока: появляются катионы и анионы.

В 1820 г. датский физик Ханс Кристиан Эрстед (1777–1851) установил связь между электрическими и магнитными явлениями, сообщение об этих опытах вызвало большое число исследований, которые в итоге привели к созданию электродинамики и электротехники.

Французский физик Андре Мари Ампер (1775–1836) продолжил эксперименты и разработал теорию электродинамических взаимодействий электрических токов. В 1825 г. он опубликовал результаты исследований и показал, что силы взаимодействия элементов токов убывают обратно пропорционально квадрату расстояния. В физику вошел закон Ампера. По гипотезе Ампера в молекулах вещества циркулируют электрические токи. Электричество и магнетизм объединялись в работе Ампера единым механизмом.

Но в 1831 г. Фарадей открыл закон электромагнитной индукции. Далее он установил, что распространение электрических и магнитных сил существенно зависит от свойств среды, в которой они распространяются. И наконец, линии сил искривляются, силы не распространяются по прямым, как этого требовала электродинамика Ампера.

Фарадей открыл эффект вращения плоскости поляризации света в магнитном поле, отсюда рождается убеждение в электромагнитной природе света.

По Фарадею, электромагнитное поле – это система физических силовых линий, сила передается через поле, она является результатом определенного физического процесса, происходящего в среде, разделяющей взаимодействующие объекты. По мысли Фарадея, вещество от точки к точке непрерывно, оно заполняет все пространство.

Параллельно с экспериментальными развивались теоретические исследования в области электромагнетизма. Существенное развитие получила теория взаимодействия движущихся зарядов в работах немецкого физика Вильгельма Вебера (1804–1891), который учел не только величины взаимодействующих зарядов, но и скорости и ускорения их взаимного перемещения. Вебер разработал абсолютную систему электрических и магнитных единиц и впервые обнаружил связь их со скоростью света. В концепции Вебера электрические явления обусловлены движением и взаимодействием частиц материи, связанных с частицами электричества. Он полагал, что с каждым весомым атомом связан атом электрический. Однако теория не имела опытной проверки.

В 1877 г. немецкий физик-теоретик Рудольф Клаузиус (1822–1888) опубликовал статью «О выводе нового электродинамического закона», в которой ставит задачу «показать, как можно вывести закон, не обращаясь к специальному рассмотрению природы электродинамических сил, из твердо установленных фактов, с помощью весьма общих и уже многократно применявшихся предположений». Здесь Клаузиус прибегает к феноменологии, оказавшейся плодотворной по отношению к термодинамике. Он избегает гипотетических моделей и опирается только на одно предположение: в проводниках движется только одно из электричеств. Вопрос, что такое электричество, он оставляет в стороне. Основные итоги своей работы Клаузиус излагает в труде «Механическое обоснование электричества», где пытается электромагнитные явления свести к механике так же, как он это сделал в термодинамике. Но теоретические построения электродинамики дальнодействующих сил, начатые еще Ампером, оказались практически бесплодными.

Таким образом, в теории электродинамики боролись две концепции – фарадеевская, опирающаяся на представление о существовании в пространстве материального электромагнитного поля, и амперовская, игнорирующая процессы, происходящие в пространстве и опирающаяся на представление о существовании дальнодействующих сил, природа которых не рассматривалась.

Вторая половина XIX столетия характеризуется резким усилением исследований в области электричества и магнетизма. Представления об электромагнитных явлениях как о вихревых движениях эфирной жидкости были сформулированы Г.Гельмгольцем, В.Томсоном, Челлисом, а также некоторыми другими авторами. Позже подобные идеи развивались английским ученым Дж.Томсоном, советскими исследователями – профессором Н.П.Кастериным, академиком В.Ф.Миткевичем и другими.

Практически все выдвинутые гидромеханические модели электромагнетизма можно разбить на две группы. В первой группе моделей магнитное поле рас-

сматривается как проявление поступательного движения, а электрическое поле – как проявление вращательного (вихревого) движения эфира. Такой точки зрения придерживались, в частности, Гельмгольц, Челлис, В.Томсон, Дж.Томсон, Н.П.Кастерин. Во второй группе магнитное поле рассматривалось как проявление вихревого движения эфира, а электрическое – как проявление поступательного движения. Этой точки зрения придерживались Дж.К.Максвелл и В.Ф.Миткевич. В пользу последних представлений свидетельствовало открытое Фарадеем явление поворота плоскости поляризации света в магнитном поле.

Однако основным недостатком подобных моделей было то, что обычное поступательное движение любого предмета должно было бы в соответствии с этими моделями сопровождаться либо появлением дополнительного магнитного поля, либо электрическим напряжением, а этого не было обнаружено.

Вторым крупным недостатком указанных моделей, включая максвелловскую, была идеализация движений эфирных жидкостей и распространение их на все пространство, окружающее область электромагнитных явлений. Эта идеализация явилась следствием представлений Гельмгольца о движениях идеальной среды, согласно которой вихри не могли ни появляться, ни уничтожаться, а могли лишь перемещаться и меняться в сечении при сохранении циркуляции. Но в электромагнитных явлениях поля и возникают, и уничтожаются, что противоречило указанным моделям.

Идеализированные представления о движениях эфира привели к парадоксам энергии, аналогичных тем, что имеют место в гидромеханике при рассмотрении движений идеальной жидкости вокруг вихревых столбов: энергия единицы длины столба вихря оказывается бесконечно большой.

Подавляющее большинство моделей электромагнетизма носило частный характер до появления трудов выдающегося английского физика Джеймса Клерка Максвелла (1831–1879).

Сам Максвелл работал в области кинетической теории газов. Возможно, именно поэтому к электричеству он подошел с точки зрения развивающейся тогда применительно к жидкости и газам теории гидродинамики, особую роль в которой играли разработки таких выдающихся ученых, как Г.Гельмгольц, У.Ранкин и ряд других. По мысли Максвелла, все пространство заполнено эфиром, представляющим собой идеальную несжимаемую и невязкую жидкость, в которой и распространяются все электрические и магнитные поля, составляющие единый физический процесс.

Основные труды Максвелла опубликованы в виде серий статей «О фарадеевых силовых линиях» (1855–1856), «О физических силовых линиях» (1861–1862) и, наконец, в виде двухтомного «Трактата об электричестве и магнетизме» (1873). В этой «Библии электричества» громадный экспериментальный материал, добытый многими исследователями, был обобщен концепцией электромагнитного поля.

Электромагнитное поле, согласно Максвеллу, это процессы, происходящие в эфире, – материальной среде, заполняющей пространство. Опираясь на законы гидродинамики, уже известные в то время, Максвелл разработал систему дифференциальных уравнений, которая в принципе может описать любой процесс, происходящий в электромагнитном поле.

Новая теория обладала величайшей предсказательной силой. Из нее естественным образом следовало, что переменные электрические поля должны сосуществовать с магнитными и волнообразно распространяться в пространстве со скоростью света. Теория предсказывала существование электромагнитных волн. Световые волны в новой теории являлись электромагнитными волнами.

Теория Максвелла предсказывала существование светового давления. Она связывала электрические и оптические свойства веществ. Из нее вытекал доступный экспериментальной проверке результат:

$$n = \sqrt{\varepsilon\mu}\,,$$

где показатель преломления n – оптическая характеристика вещества связан с электрической и магнитной проницаемостями ε и μ.

Теория Максвелла была последовательно континуальна. Электрические заряды рассматривались в ней как непрерывные функции координат или как особые точки пространства, в которых начинаются или кончаются силовые линии поля, трактовавшиеся в духе Фарадея. Теория Максвелла сыграла выдающуюся роль в развитии электромагнетизма и создании на этой основе многих прикладных областей техники – электротехники, радиотехники, электроники с многочисленными приложениями в самых различных областях естествознания. Теория оказалась столь плодотворна, что еще и сейчас, когда с момента ее создания прошло более 130 лет, мало у кого возникает сомнение в том, что она может быть хоть в чем-то некорректна. Но тем не менее необходимо помнить, что ни у одной области науки, если она остается наукой, нет конца и что всегда найдутся проблемы, которые уже созданная теория или объясняет лишь частично, или вообще не в состоянии объяснить. И в этом плане теория электромагнетизма Максвелла не является исключением.

3.2. Основные понятия теории электромагнетизма

Современная теория электромагнетизма представляет собой замкнутую и хорошо выверенную систему. Практически все ее представления и основные положения были сформулированы в XIX столетии. Ниже перечислены основные определения электричества и магнетизма в том виде, как они приняты современной наукой.

Электричество – совокупность явлений, обусловленных существованием, движением и взаимодействием электрически заряженных тел или частиц. Взаимодействие электрических зарядов осуществляется с помощью электромагнитного поля (в случае неподвижных зарядов – электростатического поля). Движущиеся заряды (электрический ток) наряду с электрическим возбуждают и магнитное поле, т.е. порождают электромагнитное поле, посредством которого осуществляется электромагнитное взаимодействие. Учение о магнетизме является составной частью общего учения об электричестве. Электромагнитные явления описываются классической электродинамикой, в основе которой лежат уравнения Максвелла.

Законы классической теории электричества охватывают огромную совокупность электромагнитных процессов. Среди 4 типов взаимодействий (сильных и слабых ядерных, электромагнитных, гравитационных), существующих в природе, электромагнитные взаимодействия занимают первое место по широте и разнообразию проявлений. Это связано с тем, что все тела построены из электрически заряженных частиц противоположных знаков, взаимодействия между которыми, с одной стороны, на много порядков интенсивнее гравитационных и слабых, а с другой – являются дальнодействующими в отличие от сильных ядерных взаимодействий. Строение атомных оболочек, сцепление атомов в молекулы (химические силы) и образование вещества определяются электромагнитным взаимодействием (БСЭ, 3 изд., т. 30, с. 48).

Электростатика – раздел теории электричества, в котором изучается взаимодействие неподвижных электрических зарядов.

Электродинамика – теория поведения электромагнитного поля – формы материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

Электромагнитное поле – особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами. Электромагнитное поле в вакууме характеризуется вектором напряженности электрического поля **E** и магнитной индукцией **B**, которые определяют силы, действующие со стороны поля на неподвижные и движущиеся заряженные частицы.

Наряду с векторами **E** и **B**, измеряемыми непосредственно, электромагнитное поле может характеризоваться скалярным φ и векторным **A** потенциалами, которые определяются неоднозначно с точностью до градиентного преобразования.

В среде электромагнитное поле характеризуется дополнительно двумя вспомогательными величинами: напряженностью магнитного поля **H** и электрической индукцией **D**.

Поведение электромагнитного поля изучает классическая электродинамика, в произвольной среде оно описывается уравнениями Максвелла, позволяющими определить поля в зависимости от распределения зарядов и токов (Там же, с. 65).

Индукция электрическая и магнитная – физические величины, характеризующие наряду с напряженностью электрического и магнитного полей электромагнитное поле.

Электрический заряд – источник электромагнитного поля, связанный с материальным носителем; внутренняя характеристика элементарной частицы, определяющая ее электромагнитные взаимодействия. Электрический заряд – одно из основных понятий учения об электричестве. Вся совокупность электрических явлений есть проявление существования, движения и взаимодействия электрических зарядов. Различают два вида электрического заряда, условно называемых положительным и отрицательным, при этом одноименно заряженные тела (частицы) отталкиваются, а разноименные притягиваются (БСЭ, 3 изд. т., 30, с. 41).

Электрический ток – упорядоченное (направленное) движение электрических заряженных частиц или заряженных макроскопических тел. За направление тока принимают направление положительно заряженных частиц; если ток создается отрицательно заряженными частицами (например, электронами), то направление

тока считают противоположным направлению движения частиц.

Различают ***электрический ток проводимости***, связанный с движением заряженных частиц относительно той или иной среды, и ***конвекционный ток*** – движение макроскопических заряженных тел как целого.

О наличии электрического тока в проводниках можно судить по тем действиям, которые он производит: нагреванию проводников, изменению их химического состава, созданию магнитного поля.

Величина, пропорциональная скорости изменения электрического поля во времени, называется ***током смещения***.

Количественно электрический ток характеризуется величиной, называемой ***силой тока***.

Силой, вызывающей движение заряженной частицы, является сила со стороны электрического поля внутри проводника, которая определяется электрическим напряжением на концах проводника (Там же, т. 30, с. 44).

Электрическое напряжение между двумя точками электрической цепи или электрического поля– равно работе электрического поля по перемещению единичного положительного заряда из одной точки в другую. В потенциальном электрическом поле эта работа не зависит от пути, по которому перемещается заряд; электрическое напряжение между двумя точками совпадает с разностью потенциалов между ними (Там же, с. 46).

Электростатический потенциал – скалярная энергетическая характеристика электростатического поля, равная отношению потенциальной энергии взаимодействия заряда с полем к величине этого заряда (Там же, т. 20, с. 430).

Электростатическая индукция – наведение в проводниках или диэлектриках электрических зарядов в постоянном электрическом поле.

Электромагнитная индукция – возникновение электродвижущей силы (эдс индукции) в проводящем контуре в переменном магнитном поле или движущимся в постоянном магнитном поле. Электрический ток, вызванный этой эдс, называется индукционным током.

Электропроводность – способность тела пропускать электрический ток под воздействием электрического поля. Тела, проводящие электрический ток, называются проводниками, не проводящие – изоляторами. Проводимость металлических проводников обусловлена наличием в них свободных электронов, в совокупности образующих электронный газ. В электролитах проводимость обусловлена наличием в них ионов – заряженных частиц вещества.

3.3. Основные законы электричества и магнетизма

3.3.1. Электростатика

Закон Кулона (1785). Сила F электростатического взаимодействия между двумя точечными электрическими зарядами q_1 и q_2, находящимися в вакууме, прямо пропорциональна произведению величин зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon\, r^2},$$

где $\varepsilon_0 = 10^7/4\pi c^2 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – диэлектрическая проницаемость вакуума; ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды.

Напряженность электрического поля есть сила, действующая на единичный заряд, помещенный в это поле:

$$\mathbf{E} = \mathbf{F}/q_0 \text{, В/м.}$$

Электрическая индукция (электрическое смещение) в среде равна:

$$\mathbf{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \mathbf{E} \text{, К/м}^2,$$

для вакуума $\varepsilon = 1$.

Теорема Остроградского-Гаусса (1830): поток смещения F_e сквозь замкнутую поверхность пропорционален сумме свободных электрических зарядов, охватываемых этой поверхностью (рис. 3.1):

$$F_c = \int_{i=1}^{n} D ds = \sum q_i \text{, К.}$$

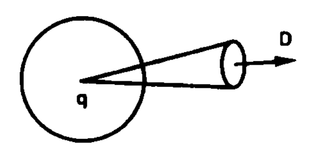


Рис. 3.1. Поток электрической индукции, создаваемый зарядами.

Для шаровой поверхности $S = 4\pi R^2$ и одиночного заряда q электрическая индукция равна:

$$D = q/4\pi R^2.$$

Потенциал электрического поля – это величина, численно равная потенциальной энергии единичного положительного заряда, перемещенного из бесконечности в данную точку поля:

$$\varphi = W_п/q, \text{ В.}$$

Электроемкость тела есть способность тела накапливать электрический заряд под воздействием приложенного к нему напряжения. Емкость тела определяется величиной заряда, помещенного в нем, необходимого для поднятия потенциала на один Вольт:

$$C = Q/U, \text{ Ф.}$$

Емкость заряженного шара:

$$C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon R, \text{ Ф,}$$

где R – радиус шара, м.

Емкость плоского конденсатора:

$$C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon S/d, \text{ Ф,}$$

где S – площадь пластин, кв. м; d – расстояние между пластинами, м (рис. 3.2.).

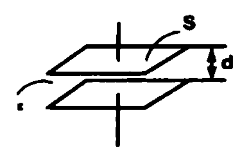


Рис. 3.2. Электрический конденсатор.

Энергия заряженного конденсатора:

$$W = CU^2/2, \text{ Дж.}$$

3.3.2. Постоянный ток

Сила тока:

$$I = dQ/dt, \text{ А.}$$

Плотность тока:

$$J = dI/dS, \text{ А/м}^2,$$

где S – площадь поперечного сечения проводника.

Закон Ома (1826): Сила тока I в проводнике прямо пропорциональна напряжению U и обратно пропорциональна сопротивлению R проводника:

$$I = U/R, \text{ А.}$$

Первое правило Кирхгофа (1847): Алгебраическая сумма токов в любой точке разветвленной цепи равна нулю:

$$\sum_{i=1}^{n} I_i = 0.$$

Второе правило Кирхгофа (правило контуров) (1847): В любом замкнутом контуре электрической цепи сумма эдс источников равна сумме падений напряжений на всех участках цепи:

$$\sum_{i=1}^{n} E_i = \sum_{k=1}^{m} U_k .$$

Первый закон электролиза (Первый закон Фарадея) (1833): Количество вещества M, выделяющегося на электроде, прямо пропорционально электрическому заряду q, прошедшему через электролит:

$$M = kq, \text{ моль.}$$

Второй закон электролиза (Второй закон Фарадея) (1834): Электрохимические эквиваленты элементов прямо пропорциональны их химическим эквивалентам:

$$k = CA/Z,$$

где k – отношение атомного веса элемента A к его валентности Z.

3.3.3. Магнитное поле постоянного тока

Магнитное поле – силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, молекулы которых обладают магнитным моментом.

Магнитная напряженность **H** – сила, действующая на условный магнитный заряд, помещенный в магнитное поле.

Магнитная индукция **B** – сила ($d\mathbf{F}$), действующая со стороны магнитного поля на элемент проводника (dl) с единичным электрическим током **I**:

$$\mathbf{B} = \frac{1}{\mathbf{I}}\left(\frac{d\mathbf{F}}{dl}\right), \text{ Тл.}$$

Магнитная напряженность и магнитная индукция связаны соотношением:

$$\mathbf{B} = \mu_0\mu\mathbf{H}, \text{ Тл,}$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} = 1{,}25 \cdot 10^{-6}$ Гн/м – магнитная проницаемость вакуума.

Поток Φ магнитной индукции B сквозь поверхность S, перпендикулярную направлению магнитных силовых линий, равен:

$$\Phi = BdS, \text{ Вб.}$$

Закон Ампера (1826) – закон механического (пондеромоторного) взаимодействия двух проводников с током: сила (т.н. «сила Ампера»), действующая со стороны первого отрезка проводника на второй, пропорциональна произведению токов, текущих в проводниках, и обратно пропорциональна расстоянию между ними (рис. 3.3):

$$\mathbf{F} = \frac{I_1 \cdot \mathbf{l}_1 \cdot I_2 \cdot \mathbf{l}_2}{r}, \text{ Н}.$$

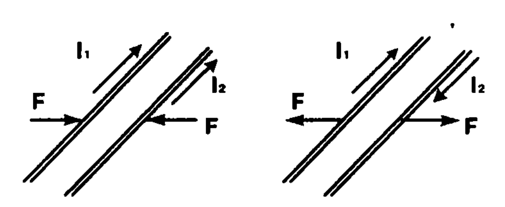


Рис. 3.3. Два параллельных провода притягиваются (а) или отталкиваются (б) в зависимости от взаимной ориентации токов.

Для проводника с током, помещенного в магнитное поле:

$$\mathbf{F} = I\,[\mathbf{l}\ \mathbf{B}], \text{ Н}.$$

Сила Ампера не является центральной. Она направлена перпендикулярно к линиям магнитного поля.

Правило Максвелла (правило буравчика) (1861): если ввинчивать буравчик по направлению тока в проводнике, то направление движения рукоятки буравчика укажет направление линий магнитной индукции (т.е. это правовинтовое движение) (рис. 3.4а).

Примечание: за направление тока принято направление от положительного полюса источника эдс к отрицательному (отрицательно заряженные электроны на самом деле движутся в противоположном направлении).

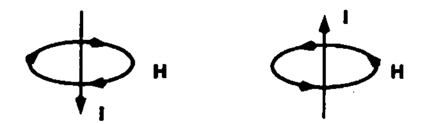


Рис. 3.4. Определение направлений магнитных силовых линий по правилу буравчика (а) и закон полного тока (б).

Закон Био-Савара-Лапласа (1820): отрезок проводника dl, по которому течет ток I, создает в точке пространства, находящейся на расстоянии r, магнитное поле, индукция которого dB равна:

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0 \mu\, I}{4\pi\, r^3}[\mathbf{r}d\mathbf{l}].$$

Закон полного тока: Циркуляция вектора напряженности магнитного поля постоянного тока равна сумме токов, охватываемых этим контуром:

$$\oint \mathbf{H} d\mathbf{l} = \sum_{k=1}^{n} I_k, \text{ А.}$$

Для одиночного прямолинейного провода бесконечной длины:

$$\oint \mathbf{H} d\mathbf{l} = I, \text{ А,}$$

откуда напряженность магнитного поля в точке, расположенной на расстоянии r от оси провода, равна:

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \text{ А/м.}$$

Индуктивность – свойство электрической цепи, в которой течет ток, сопротивляться изменению этого тока. Величина индуктивности для катушки, намотанной на железный сердечник, равна:

$$L = w^2/R_м = \mu_0 \mu w^2 S_ж / l_ж \text{ , Гн,}$$

где $R_м$ – магнитное сопротивление цепи железного сердечника; w – число витков обмотки; $S_ж$ – сечение сердечника; $l_ж$ – длина магнитной силовой линии в сердечнике.

Энергия, запасенная в магнитном поле индуктивности, равна:

$$W = LI^2/2, \text{ Дж.}$$

Сила Лоренца (1878) – сила, действующая на электрический заряд, движущийся в магнитном поле, равна:

$$\mathbf{F} = q\,[\mathbf{v}\,\mathbf{B}], \text{ Н,}$$

где $\mathbf{v}$ – скорость заряда. Если $\mathbf{v}$ и $\mathbf{B}$ взаимно перпендикулярны, то $\mathbf{F}$ перпендикулярна им обеим (рис. 3.5).

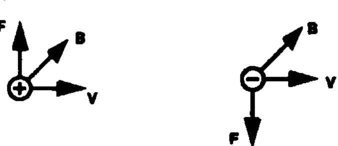


Рис. 3.5. Сила Лоренца, действующая на движущийся в магнитном поле заряд.

3.3.4. Электродинамика

Основные законы электродинамики сформулированы Максвеллом в уравнениях электромагнитного поля.

Уравнения электромагнитного поля (Максвелл, 1862):

1. rot **E** $= -d\mathbf{B}/dt$;
2. rot **H** $= \mathbf{j} + d\mathbf{D}/dt$;
3. div **D** $= \rho$;
4. div **B** $= 0$.

Здесь: **E** и **H** соответственно напряженности электрического и магнитного полей; $\mathbf{D} = \varepsilon\mathbf{E}$ и $\mathbf{B} = \mu\mathbf{H}$ – электрическая и магнитная индукции; ε и μ – электрическая и магнитная проницаемости среды; $\mathbf{j} = \sigma\mathbf{E}$ – плотность тока проводимости; σ – удельная электропроводность среды.

При этом:

$$\text{rot}\,\mathbf{E} = \lim_{\Delta S \to 0} \frac{\oint \mathbf{E}dl}{\Delta S} \qquad \text{rot}\,\mathbf{H} = \lim_{\Delta S \to 0} \frac{\oint \mathbf{H}dl}{\Delta S}.$$

Для решения системы уравнений Максвелла вводятся скалярный φ и векторный A потенциалы, так что:

$$\mathbf{B} = \text{rot}\,\mathbf{A};\ \mathbf{E} = -\text{grad}\,\varphi - d\mathbf{A}/dt.$$

При этом если скалярный потенциал φ имеет физический смысл работы, которую нужно выполнить для перемещения единичного заряда из бесконечности в данную точку электрического поля, то векторный потенциал имеет лишь чисто математический смысл как некоторая вспомогательная функция, использование которой имеет лишь методическое значение.

Указанные выше уравнения Максвелла имеют дифференциальную форму. Им соответствуют уравнения электродинамики в интегральной форме:

1. $e = \oint \mathbf{E}d\mathbf{l} = -dF_м/dt$ – закон Фарадея электромагнитной индукции;
2. $e_м = \oint \mathbf{H}d\mathbf{l} = i = dq/dt$ – закон полного тока;
3. $\Phi_e = \oint \mathbf{D}d\mathbf{S} = q$
4. $\Phi_м = \oint \mathbf{B}d\mathbf{S} = 0$

} Теоремы Остроградского-Гаусса для электрического и магнитного полей

Здесь Φ_e и $\Phi_м$ – соответственно потоки электрического смещения **D** и магнитной индукции **B** сквозь замкнутую поверхность S, охватывающую свободный заряд q.

Следует заметить, что в отличие от законов электромагнетизма, установленных экспериментально, уравнения Максвелла выведены теоретически как результат описания некоторой умозрительной модели электромагнитных явлений. Поэтому они, как и всякие уравнения, выведенные из моделей, отражают описываемые ими явления лишь частично, и в этом нетрудно убедиться.

Разберем последовательно физический смысл уравнений Максвелла.

1. Первое дифференциальное уравнение Максвелла

$$\mathrm{rot}\,\mathbf{E} = -d\mathbf{B}/dt$$

и соответствующее ему интегральное уравнение (Закон Фарадея)

$$e = \oint \mathbf{E}\,d\mathbf{l} = -dF_м/dt$$

выражают тот факт, что если в замкнутом контуре изменяется магнитный поток, то в самом контуре возбуждается эдс е, величина которой определится указанными уравнениями. В частности, если контур лежит в плоскости xy, то магнитная индукция имеет направление оси z, перпендикулярной плоскости xy. Тогда получим:

$$e_{xy} = -\mu dH_z/dt.$$

Приведенное уравнение предполагает возможность изменения магнитной напряженности вдоль оси z без какого бы то ни было перемещения магнитного поля в пространстве. Однако следует заметить, что реально такого процесса в природе не существует. На самом деле изменения напряженности магнитного поля можно добиться только сгущением силовых линий и добавлением их в контур с боков контура. При этом эдс в контуре возникает не за счет изменения напряженности магнитного поля внутри контура, а за счет пересечения проводников контура магнитными силовыми линиями, добавляемыми к тем, что уже имеются внутри контура. Таким образом, реальный физический механизм появления эдс в контуре иной, нежели предусмотрен Первым уравнением Максвелла, соответственно должно быть иным и уравнение, описывающее этот процесс. Главное то, что в Первом уравнении Максвелла отсутствует описание процесса пересечения силовыми линиями магнитного поля проводника контура (рис. 3.6).

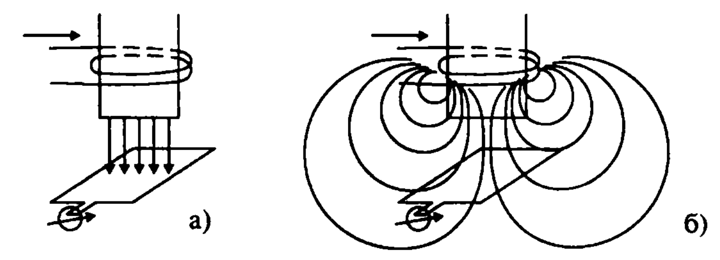


Рис. 3.6. Механизм возникновения эдс по Максвеллу (а) и в реальности (б).

Первое уравнение Максвелла описывает процесс в плоскости, но не в объеме (рис. 3.7). Собственно изменение напряженности H_z вдоль оси z в нем отсутствует.

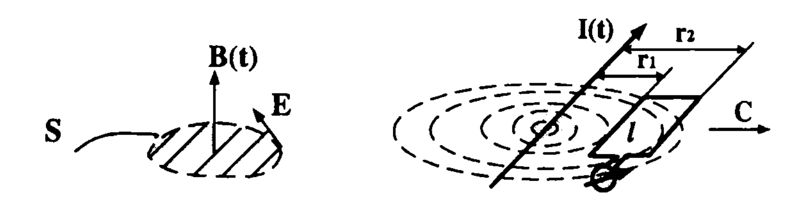


Рис. 3.7. К выводу Первого уравнения Максвелла (а) и реальная картина наведения эдс магнитным полем в контуре (б).

Поворот же плоскости в осях координат, когда в уравнение попадают и в правую, и в левую части все три декартовых координаты, сути не меняет.

Почему же Первое уравнение Максвелла и вытекающий из него интегральный Закон Фарадея магнитной индукции позволяют хорошо производить расчеты, например, трансформаторов и многих других магнитных систем? Ответ прост. Изменение магнитного поля внутри контура является следствием добавления магнитных силовых линий с боков контура, численно они совпадают, и это позволяет, игнорируя суть процесса, выполнять в большинстве случаев необходимые расчеты с удовлетворительной точностью. Но не во всех, иногда отклонения в расчетах превышают допустимые погрешности и весьма существенно.

В уравнении правая и левая части не эквивалентны. Правая часть уравнения выступает причиной, а левая часть – ее следствием. Если путем изменения магнитной индукции с постоянной скоростью можно создать на контуре постоянную эдс, то обратное действие не может быть реализовано, т.к., создав на контуре постоянную эдс, никакого постоянного изменения магнитной индукции получить нельзя. Поэтому правильно было бы между правой и левой частями уравнения поставить не знак равенства «=», а знак «⇐», указывающий, что левая часть является следствием правой:

$$\text{rot}\,\mathbf{E} \Leftarrow -d\mathbf{B}/dt;$$

то же относится и к интегральной форме:

$$e = \oint \mathbf{E}d\mathbf{l} \Leftarrow -d\Phi_м/dt.$$

В уравнение проник принцип «действия на расстоянии», т.е. мгновенная передача воздействия, поскольку в уравнении нет запаздывания между изменением индукции в центре контура и появлением эдс в проводнике самого контура, находящемся на некотором расстоянии от центра.

Уравнение никак не предусматривает самого факта сжатия магнитного поля, что непосредственно вытекает из факта сжатия эфира в вихрях. Таким

образом, Первое уравнение Максвелла описывает процесс возникновения эдс в контуре только в первом линейном приближении, пренебрегает реальной картиной распространения магнитного поля в пространстве, исключает волновые процессы из первичной картины.

2. Второе дифференциальное уравнение Максвелла

$$\text{rot}\,\mathbf{H} = \mathbf{j} + d\mathbf{D}/dt$$

и соответствующее ему интегральное уравнение (Закон полного тока)

$$\int \mathbf{H}d\mathbf{l} = i = dq/dt$$

выражают тот факт, что если в проводнике течет ток i, то вокруг проводника возникает магнитное поле **H**, величину которого можно определить.

Принципиально второе уравнение Максвелла можно разделить на две части:

$$\text{rot}\,\mathbf{H}' = \mathbf{j}; \qquad \text{rot}\,\mathbf{H}'' = d\mathbf{D}/dt.$$

Интегральная форма – Закон полного тока отражает собой только первую часть, для второй части аналогичная форма отсутствует, хотя и может быть несложно написана, например, в виде

$$\oint \mathbf{H}d\mathbf{l} = \mathbf{S}d\mathbf{D}/dt.$$

В отличие от Первого, Второе уравнение Максвелла и Закон полного тока отражают реальный процесс возникновения магнитного поля вокруг проводника лучше, чем в первом случае (рис.3.8). Однако и здесь можно сделать некоторые замечания.

Закон полного тока является аналогом Закона постоянства циркуляции для установившегося вихревого движения невязкой и несжимаемой жидкости:

$$\oint \mathbf{v}d\mathbf{l} = \Gamma = \text{const},$$

где **v** – скорость потока жидкости вокруг центра вихря, а Γ – напряженность вихря. Этот закон отражает вихревую статику, т.е. движение жидкости в установившемся вихре. Соответственно Закон полного тока и Второе уравнение Максвелла отражают статику магнитного поля, а вовсе не его динамику.

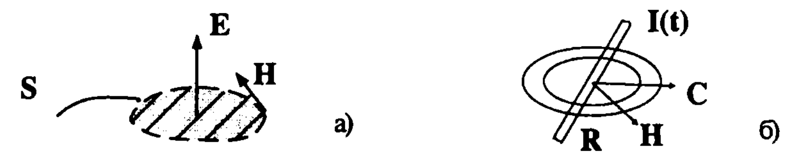


Рис. 3.8. К выводу второго уравнения Максвелла (а) и возникновение магнитного поля вокруг проводника с током (б).

Как во Втором уравнении Максвелла, так и в Законе полного тока отсутствуют какие-либо изменения процессов во времени, поэтому, например, если изменилась величина тока, то в соответствии с уравнением Закона полного тока величина напряженности

$$H = i/2\pi r$$

должна мгновенно измениться независимо от того, на каком расстоянии от самого проводника с током находится магнитная силовая линия. Никакого запаздывания процесса уравнением не предусмотрено, что противоречит смыслу, т.к. запаздывание следствия (напряженности магнитного поля) по отношению к причине, его вызвавшего (току), должно быть.

Второе уравнение Максвелла так же, как и Первое, описывает процесс в плоскости, но не в объеме. Собственно изменение напряженности Е вдоль его направления в нем отсутствует. И так же, как и в Первом уравнении, поворот плоскости в осях координат, когда в уравнение попадают и в правую, и в левую части все три декартовых координаты, сути не меняет.

Во Втором уравнении Максвелла, как и в Первом, правая и левая части не эквивалентны. Здесь также правая часть уравнения выступает причиной, а левая часть – ее следствием. Если путем изменения электрической индукции с постоянной скоростью или пропусканием тока через проводник можно создать в окрестностях магнитное поле, то обратное действие не может быть реализовано, т.к., создав в окрестностях проводника постоянное магнитное поле, никакого постоянного изменения электрической индукции или постоянного тока в проводнике получить нельзя. Поэтому и здесь правильно было бы между правой и левой частями уравнения поставить не знак равенства « = », а знак « $\Leftarrow$ », указывающий, что левая часть является следствием правой:

$$\mathrm{rot}\,\mathbf{H} \Leftarrow \mathbf{j} + d\mathbf{D}/dt,$$

и соответствующее ему интегральное уравнение (Закон полного тока) изобразить в виде:

$$\int \mathbf{H}d\mathbf{l} \Leftarrow i = dq/dt.$$

Остальные замечания здесь те же, что и для Первого уравнения.

3. **Третье дифференциальное уравнение** Максвелла.

Третье уравнение Максвелла

$$\mathrm{div}\,\mathbf{D} = \rho$$

и соответствующее ему интегральное уравнение – теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля

$$\Phi_e = \oint \mathbf{D}d\mathbf{S} = q$$

грешат тем же: в них отсутствует временной фактор и, следовательно, это уравнения статики (рис. 3.9). Правда, если теорема Остроградского - Гаусса в

учебниках обычно помещается в раздел электростатики, то дифференциальное выражение того же третьего уравнения Максвелла помещается в тех же учебниках в раздел динамики, что ничем не обосновано.

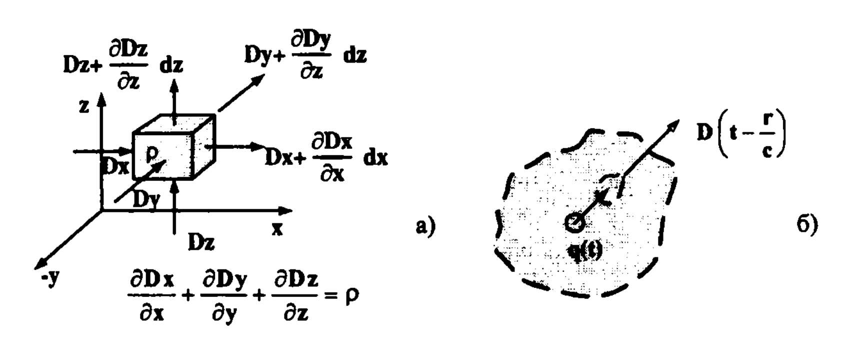


Рис. 3.9. К выводу третьего уравнения Максвелла (а) и создание потока электрического смещения зарядом (б).

То, что интегральная форма является формой статической, легко видеть из того обстоятельства, что определенное из этого выражения электрическое смещение

$$D = q/4\pi r^2$$

должно изменяться мгновенно при изменении заряда q. Обычным возражением против этого является то, что одиночный заряд изменить невозможно, а привнесение дополнительного заряда есть процесс дополнительный, который описывается уже совсем иначе. Тем не менее математическое описание все равно должно предусматривать наличие запаздывающего потенциала, чего в уравнении нет.

4. Четвертое дифференциальное уравнение Максвелла.

Четвертое уравнение Максвелла

$$\text{div}\,\mathbf{B} = 0$$

и соответствующее ему интегральное уравнение

$$\Phi_м = \oint \mathbf{D}d\mathbf{S} = 0$$

не вызывают особенных возражений, кроме разве что своей недостаточности, т.к. они также фиксируют некоторую статику, в них также отсутствует временной фактор.

Четвертое дифференциальное уравнение Максвелла тоже без всякого обоснования помещается в учебниках в раздел динамики. Интегральная же форма, помещаемая в раздел статики, выражает тот очевидный факт, что магнитные силовые линии всегда замкнуты, и, следовательно, сколько их вышло из

замкнутой поверхности, столько же и должно войти в нее. Никаких временных процессов она не отражает.

Таким образом, динамические процессы, протекающие в электромагнитном поле, отражаются не всеми четырьмя уравнениями Максвелла, а только Первым и половиной Второго, причем Первое уравнение не отражает реального процесса возникновения эдс в проводнике при изменении во времени магнитного поля.

Первая же половина Второго уравнения Максвелла, а также Третье и Четвертое уравнения являются уравнениями вихревой статики и, в принципе, к электродинамике отношения не имеют.

Первое и Второе уравнения Максвелла игнорируют поля, находящиеся вне контуров. Однако соседние однонаправленные вихри, имея на своей периферии в сопредельных областях потоки среды – эфира противоположного направления, создают взаимную компенсацию полей. Это обстоятельство не учтено первыми двумя уравнениями. Если бы это учитывалось, то как электрическая, так и магнитная напряженности не всегда были бы одними и теми же для Первого и Второго уравнений.

Наконец, все уравнения Максвелла выведены из предположения об идеальности эфира и, следовательно, подразумевающие остутствие у него вязкости и сжимаемости. В таком эфире вихри не могут ни образовываться, ни исчезать, что полностью не соответствует опытным данным: электрические и магнитные поля возникают и исчезают, но это не заложено в физику уравнений. В физику уравнений Максвелла не заложена сжимаемость полей, непосредственно вытекающая из сжимаемости эфира.

Таким образом, уравнения электродинамики Максвелла не являются совершенными, как не является совершенным ничто на свете. Поэтому над ними нужно продолжать работать, как и над всей теорией электромагнетизма.

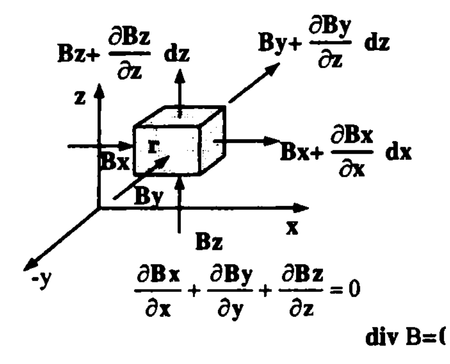


Рис. 3.10. К выводу Четвертого уравнения Максвелла.

3.4. О некоторых недостатках современной теории электромагнетизма

Несмотря на то, что современная теория электромагнетизма представляе собой вполне сформировавшуюся область науки и то, что ее теоретические поле жения широко апробированы на практике, нет никакого основания считат положение в этой области полностью удовлетворительным.

Основным недостатком современной теории электромагнетизма является пол

ное отсутствие представлений о природе электричества, магнетизма и обо всем, что сопутствует этим физическим явлениям. Ученые-электротехники, широко пользуясь явлениями электромагнетизма для решения самых разнообразных прикладных задач, не имеют ни малейшего представления о природе электрического заряда, электрического тока, электрического и магнитного полей и т.д. Они не знают ни их структуры, ни того, что же является их носителем. Отсутствие представлений о внутренней сущности физических явлений позволяет описывать их только поверхностно. Это, правда, не мешает пользоваться электромагнитными явлениями для различных практических нужд, но это же означает, что далеко не все возможности электромагнитных явлений используются в полной мере. А кроме того, появились различные парадоксы, которые современная теория объяснить не в состоянии.

Два одинаковых покоящихся электрических заряда, отталкиваясь по закону Кулона, пока они неподвижны в некоторой системе координат, начинают притягиваться как токи по закону Ампера, если они вместе начали передвигаться относительно этой системы координат. Почему? Ведь относительно друг друга они по-прежнему неподвижны! А если мы сменим систему координат по совету Эйнштейна и сама система координат будет двигаться с той же скоростью, что и заряды, они что, перестанут от этого притягиваться друг к другу (рис. 3.11)?

Другой пример. Простой расчет показывает, что скорость электронов в металлах при температуре + 20°С составляет 115 км/с, в то же время для того чтобы в проводе сечением в 1 кв. мм создать ток величиной 1А, достаточно, чтобы электроны перемещались вдоль провода со скоростью 6 мкм/с. При этом сам проводник остается электрически нейтральным. Если бы ток представлял собой только поток электронов, то достаточно было бы переложить с места на место любой кусок металла, чтобы вокруг него возникло магнитное поле. Однако этого нет, и следовательно, наши представления о сущности электрического тока не достаточны.

Таких примеров существует множество.

Непонимание сущности электромагнитных явлений приводит к тому, что некоторые задачи, полностью физически определенные, невозможно решить. Например, нельзя определить эдс на отрезке проводника, помещенном в пульсирующее магнитное поле. Уравнения Максвелла и закон Фарадея справедливы для контура и то лишь частично, но для отдельного проводника они не пригодны.

Имеется серия задач, которые при всей очевидности постановки вообще нельзя решить с помощью уравнений Максвелла. Такой задачей является, например, определение плотности переменного тока в полупроводящей среде, в которую помещен излучатель с сосредоточенными параметрами (рис. 4.12). При полной определенности всех параметров излучателя – размеров излучающих электродов, величины и частоты излучаемого тока и т.п., а также всех парамет-

Рис. 3.11. Покоящиеся одинаковые заряды (а) отталкиваются по закону Кулона, а движущиеся совместно (б) притягиваются друг к другу по закону Ампера. Почему?

ров среды – диэлектрической и магнитной проницаемостей и проводимости, задача определения величины плотности тока в заданной точке пространства с помощью уравнений Максвелла не решается.

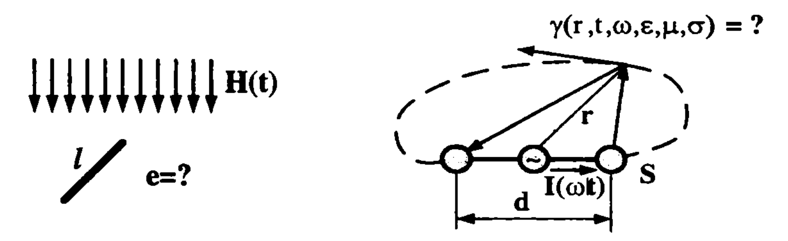


Рис. 3.12. Как определить эдс на отрезке проводника, помещенном в пульсирующее магнитное поле(а)? Как определить плотность тока в полупроводящей среде от диполя (б)?

Не все величины, используемые в современной электродинамике, имеют физический смысл, например, понятие векторного потенциала или понятие электрической индукции.

Существуют и другие, не менее важные обстоятельства. В ряде случаев измеренные в экспериментах значения напряженностей полей расходятся с вычисленными в несколько раз. Например, относительное изменение напряженности магнитного поля около токонесущего проводника отличается от вычисленного по Закону полного тока в 4-5 раз, и это не может быть отнесено за счет погрешностей измерений. Взаимоиндукция больших контуров при изменении их размеров существенно отличается от логарифмического закона, вытекающего из уравнений Максвелла. Есть и другие примеры.

Таким образом, налицо необходимость дальнейшего совершенствования теории электромагнетизма.

Нужно заметить, что теоретические основы электротехники и электродинамика со времен Максвелла практически не претерпели изменений. С тех пор разработано множество методик расчета и на их основе созданы многочисленные системы, устройства и приборы в самых разнообразных областях науки и техники, но принципиальные основы теории всей теории электромагнетизма, включая теорию электромагнитного поля Максвелла, сохранены неизменными, и так длится уже более 130 лет. И хотя теория электромагнетизма оказалась весьма совершенной, считать ее завершенной нет оснований. Основой такого мнения является как принципиальная неполнота любой теории в любой области, так и ряд конкретных примеров, которые вполне можно отнести к числу парадоксов этой теории электромагнетизма.

Однако здесь положение усложнено тем, что Максвелл, разрабатывая теорию, опирался на представление о материальном носителе электромагнитного поля – эфире, мировой среде, заполняющей все пространство. Исправление недостатков теории должно начинаться с уточнения модели, положенной в ее основу. Но созданная в начале XX в. специальная теория относительности декларировала

отсутствие в природе эфира, а попытки вернуться к представлениям о нем пресекались административными путями господствующей в науке школой релятивистов. Поэтому длительное время было невозможно вернуться к исходной максвелловской модели электромагнетизма и развивать ее дальше, как это и должно быть в науке. Выбросив из рассмотрения эфир, специальная теория относительности Эйнштейна тем самым создала преграду на пути развития электродинамики. Тем не менее к эфиродинамическим представлениям придется возвращаться, т.к. иного пути развития теории электромагнетизма нет.

Литература к главе 3.

1. Больцман Л. Примечания к работе Дж.К.Максвелла О физических силовых линиях. Избр. соч. по теории эл.-магн. поля. М., Гостехтеориздат, 1952. С.194.
2. Дуков В.М. Электрон. История открытия и изучения свойств. М., Просвещение, 1966, 236 с.
3. Калантаров П.Л., Нейман Л.Р. Теоретические основы электротехники. М.-Л., Госэнергоиздат, 1961, 464 с.
4. Калашников С.Г. Электричество, 4 изд. М., Наука, 1977, 591 с.
5. Лоренц Г.А. Теория электромагнитного поля. М.-Л., Гостехтеориздат, 1933, 172 с.
6. Максвелл Дж.К. Избр. соч. по теории электромагнитного поля. Пер. с англ. М., Гостехтеориздат, 1952, 687 с.
7. Максвелл Дж.К. Трактат об электричестве и магнетизме.
8. Тамм И.Е. Основы теории электричества, 9 изд. М., Наука, 1976, 616 с.
9. Фарадей М. Силы материи и их взаимоотношений. Публичные лекции. Пер. с англ. М., ГАИЗ, 1940, 112 с.
10. Фарадей М. Экспериментальные исследования по электричеству. Пер. с англ. М., изд-во АН СССР, 1947–1959. Т. 1 – 848 с; т. 2 – 538 с.; т. 3. – 831 с.
11. Эйхенвальд А.А. Электричество. М.-Л., Госиздат, 1928, 755 с.
12. Энгельс Ф. Электричество// Диалектика природы. К.Маркс и Ф.Энгельс. Соч. 2-е изд. М., Госполитиздат, 1961. Т.20. С. 433–485.

Глава 4. ОПТИКА

«Ньютон отдавал предпочтение корпускулярной теории света, считая его потоком частиц.
... Гюйгенс полагал, что световое возбуждение есть импульсы упругих колебаний эфира».
А.М.Бонч-Бруевич. Оптика

4.1. Краткая история представлений о свете

4.1.1. Развитие волновой теории света

Физические принципы, лежащие в основе оптических явлений, были в основном сформулированы до XVII в.

Философы древности, размышлявшие о природе света, знали о зажигательных стеклах, о прямолинейном распространении света, о преломлении и отражении. Первые систематические описания оптических явлений, о которых мы имеем некоторое представление, принадлежат греческим философам и математикам Эмпедоклу (490–430 гг. до н.э.) и Евклиду (300 г. до н.э.).

Из основателей новой философии следует отметить Рене Декарта (1596–1650), который сформулировал взгляды на природу света на основе метафизических представлений. Декарт считал, что свет – это сжатие, распространяющееся в идеально упругой среде – эфире, который заполняет все мировое пространство, а различие цветов он объяснял вращательными движениями этой среды с различными скоростями. Однако после того как Галилео Галилей (1564–1642), развивая механику, продемонстрировал мощь своего экспериментального метода, оптика получила прочную основу.

Закон отражения света был известен еще грекам; закон же преломления был экспериментально установлен только в 1621 г. Веллебродом Снеллиусом (1591–1626) (закон был впервые описан в «Диоптрике» Декарта без ссылок на Снеллиуса, хотя, как считают, Декарт был знаком с его рукописью на эту тему). В 1657 г. Пьер Ферма (1601–1665) выдвинул свой знаменитый «принцип наименьшего времени» в следующей форме: «Природа всегда следует наикратчайшему пути». В соответствии с этим принципом свет распространяется по пути, требующему наименьшего времени: отсюда, а также из предположения о различиях в «сопротивлениях» разных сред вытекает закон преломления света. Принцип Ферма имеет огромное философское значение и в свое время породил множество споров, так как его толкование не свободно от теологических положений, чуждых естественным наукам.

Впервые явление интерференции, а именно возникновение разноцветной окраски тонких пленок (в настоящее время такая картина называется «кольцами Ньютона») было независимо обнаружено английским физиком и химиком Робертом Бойлем (1627–1691) и английским естествоиспытателем Робертом Гуком (1636–1703). Гук установил также наличие света в области геометрической тени, т.е. дифрак-

цию света, однако это явление было замечено ранее итальянским физиком и астрономом Франциском Мария Гримальди (1618–1663).

Гук был первым исследователем, который считал, что свет «состоит» из быстрых колебаний, распространяющихся мгновенно или с очень большой скоростью на любые расстояния, и что каждое колебание в однородной среде порождает сферу, радиус которой постоянно растет со временем. С помощью таких представлений Гук пытался объяснить явления преломления света и дать интерпретацию цвета. Однако природа цвета была выяснена лишь в 1666 г., когда Исаак Ньютон (1642–1727) обнаружил, что белый цвет с помощью призмы можно разложить на отдельные цветовые компоненты и что для каждого чистого цвета характерна своя степень преломления.

Проделав небольшое круглое отверстие в ставне окна темной комнаты, Ньютон направил пучок солнечных лучей из этого отверстия на призму с большой дисперсией, вышедший из призмы «спектр» он направлял на противоположную стену комнаты. Пропуская разложенный свет через вторую призму, Ньютон убедился, что вторая призма отклоняет свет, но уже не разлагает его далее. Отсюда был сделан вывод о том, что «Всякий однородный свет имеет собственную окраску, отвечающую степени его преломляемости, и такая окраска не может изменяться при отражениях и преломлениях».

Ньютоном была проделана серия различных оптических экспериментов, которые предопределили будущее развитие оптики. Однако трудности, возникавшие в волновой теории при попытках объяснить прямолинейное распространение света, и явление поляризации, открытое Гюйгенсом и описанное им в 1690 г., казались Ньютону настолько серьезными, что побудили его развить корпускулярную теорию (или теорию истечения), согласно которой свет распространяется от излучающего тела в виде мельчайших частиц.

Волновая теория света была существенно улучшена и расширена нидерландским механиком и физиком Христианом Гюйгенсом (1629–1695). Гюйгенс обратил внимание на то, что прохождение одного пучка через отверстие не оказывает никакого действия на прохождение через то же отверстие другого пучка. Он писал: «Одно из чудеснейших свойств света состоит в том, что, когда он приходит из разных и даже противоположных сторон, лучи его производят свое действие, проходя один сквозь другой безо всякой помехи. Этим объясняется то, что несколько зрителей могут одновременно видеть через одно и то же отверстие различные предметы».

Гюйгенс выдвинул принцип, названный позднее его именем, согласно которому каждую точку «эфира», до которой дошло световое возмущение, можно рассматривать как центр нового возмущения, распространяющегося в виде сферической волны; эти вторичные волны комбинируются таким образом, что их огибающая определяет волновой фронт в любой последующий момент времени. С помощью этого принципа Гюйгенсу удалось вывести законы преломления и отражения света. Он также объяснил двойное преломление в исландском шпате, открытое в 1669 г. Эразмом Бартолинусом (1625–1698), предположив, что при прохождении света через кристалл возникает, кроме первичной сферической, вторичная эллипсоидальная волна.

В процессе своего исследования Гюйгенс обнаружил чрезвычайно важное явление поляризации света: он показал, что каждый из двух лучей, возникающих после прохождения света через кристалл исландского шпата, можно погасить, пропуская его через второй такой же кристалл и вращая последний относительно направления луча. Однако объяснить поляризацию удалось только Ньютону, который предположил, что лучи имеют «стороны», и именно признание подобной «поперечности» света казалось ему непреодолимым возражением против волновой теории, поскольку ученым в то время были известны только продольные волны (из изучения распространения звука).

Отрицание волновой теории таким авторитетом, как Ньютон, привело к полному ее забвению в течение почти столетия. Однако иногда появлялись ее случайные защитники, например, великий математик Леонард Эйлер (1707–1783).

В начале XIX в. были сделаны важнейшие открытия, приведшие к полному признанию волновой теории. Первым шагом в этом направлении послужило объяснение интерференции, выдвинутое в 1801 г. английским физиком Томасом Юнгом (1773–1829), а также цветов тонких пленок. Однако, поскольку идеи Юнга были развиты в основном, лишь качественно они не получили общего признания.

Примерно в это же время французский академик Этьен Луи Малюс (1775–1812) обнаружил поляризацию света при отражении (1808). Тем временем в работах Пьера Симона де Лапласа (1749–1827) и Жана Батиста Био (1774–1862) развивалась далее корпускулярная теория. Ее сторонники предложили считать объяснение явления дифракции достойным премии, учрежденной в 1818 г. Парижской Академией наук, надеясь, что исследования в этой области полностью подтвердят корпускулярную теорию. Однако их надежды не оправдались: несмотря на сильное сопротивление, премия была присуждена французскому физику Августину Жаку Френелю (1788–1827), исследования которого основывались на волновой теории и явились первыми из серии работ, полностью развенчавших в течение нескольких лет корпускулярную теорию.

Сущность исследований Френеля состояла в синтезе идей Гюйгенса о построении волнового фронта как огибающей сферических волн и принципа интерференции Юнга.

Этого, как показал Френель, оказалось достаточно для объяснения не только «прямолинейности» распространения света, но и небольших отклонений от «прямолинейности», т.е. явления дифракции. Френель решил задачи дифракции на крае, небольших отверстиях и экране; наиболее убедительным оказалось экспериментальное подтверждение французским астрономом и физиком Доминико Араго (1786–1853) предсказания, выведенного французским академиком С.Д.Пуассоном из теории Френеля и состоявшего в том, что в центре тени от круглого диска должно находиться светлое пятно.

В том же 1818 г. Френель занялся весьма важной проблемой влияния движения Земли на распространение света и попытался выяснить, существует ли какоенибудь различие между светом от звезд и светом от земных источников. Араго экспериментально обнаружил, что помимо аберрации никакого различия нет. На основании этих наблюдений Френель создал теорию о частичном увлечении светового эфира движущимися телами. Эта теория позже (1851) была подтверждена

прямыми измерениями французским физиком А.И.Л.Физо (1819–1896).

Вместе с Араго Френель исследовал интерференцию поляризованных лучей света и в 1816 г. обнаружил, что лучи, поляризованные во взаимно перпендикулярных плоскостях, никогда не интерферируют. Этот факт нельзя было согласовать с общепринятым тогда предположением о продольности световых волн. Юнг, узнавший об этом открытии от Араго, нашел в 1817 г. разгадку возникшего противоречия, предположив, что световые колебания поперечны.

Френель, сразу же оценив всю важность такого предположения, попытался подтвердить его, исходя из более надежной динамической основы, и вывел из нее много следствий. Поскольку в жидкости могут существовать только продольные волны, то Френель решил, что эфир должен вести себя как твердое тело. Выяснение поведения света в кристаллах привело к представлениям о природе электромагнитных волн как о поперечных колебаниях эфира, и это позволило ему вывести ряд законов, носящих теперь его имя.

К этому времени выяснилось, что корпускулярная теория, объяснявшая преломление как притяжение световых частиц на границах двух сред оптически более плотной средой, дает следствие: скорость света в более плотной среде больше. Волновая теория, согласно Гюйгенсу, дает меньшую скорость в оптически более плотной среде. Непосредственное измерение скорости света в воздухе и в воде полностью подтвердило вывод волновой теории.

Последующие теоретические изыскания в оптике были связаны с поисками свойств эфира, в котором распространяется свет. Однако все эти теории оказались несовместимыми с законами механики. Несмотря на это, теория упругого эфира доминировала в течение длительного времени, и многие выдающиеся физики XIX в. внесли свой вклад в ее развитие. Кроме уже отмеченных ученых необходимо упомянуть Вильяма Томсона (лорд Кельвин, 1824–1908), Карла Неймана (1832–1925), Джона Вильяма Стрэтта (лорд Рэлей, 1841–1919) и Густава Кирхгофа (1824–1887). За это время были решены многие оптические проблемы, однако объяснение основ оптики оставалось неудовлетворительным.

4.1.2. Измерение скорости света

Скорость распространения света интересовала естествоиспытателей с начала зарождения оптики. Одним из первых пытался измерить скорость света Галилей. Он предложил эксперимент для решения спора о том, конечна или бесконечна скорость света. Два экспериментатора, вооруженные фонарями, должны были встать на некотором расстоянии друг от друга и, согласно предварительной договоренности, первый открывает свой фонарь как только заметит свет открытого фонаря второго. Сигнал первого экспериментатора вернется к нему через удвоенное время распространения света от одного наблюдателя ко второму.

Этот опыт не мог получиться из-за чрезвычайно большой скорости света. Но за Галилеем остается заслуга первой постановки этой проблемы.

Первый удачный опыт по определению скорости света провел датский астроном Оле Рёмер (1644–1710). В 1675 г. по изменению промежутков времени между

затмениями спутников Юпитера он определил скорость распространения света с погрешностью порядка 30%. В 1728 г. то же проделал английский астроном Дж.Брадлей (1693–1762), исходя из своих наблюдений аберрации света звезд.

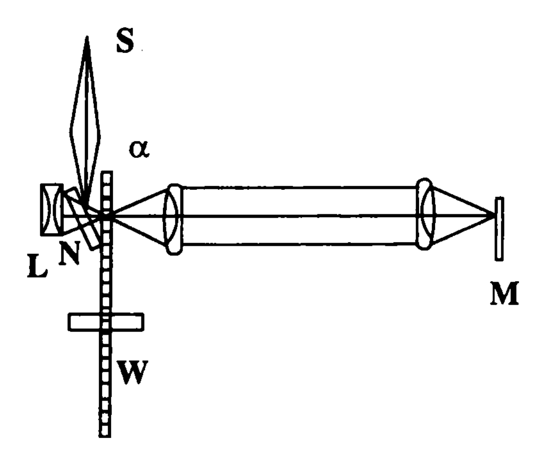


Рис. 4.1. Определение скорости света методом зубчатого колеса. S -источник света; W - вращающееся зубчатое колесо с изменяемой скоростью вращения; N - полупрозрачное зеркало; MN - измеренная база; E - окуляр.

На Земле скорость света первым измерил по времени прохождения светом точно известного расстояния (базы) французский физик А.И.Л.Физо (1819–1896). В 1849 г. он провел эксперимент на базе в 8,6 км, пропуская пучок света через прерыватель в виде быстро вращающегося зубчатого диска. Скорость вращения подбиралась таким образом, чтобы свет не достигал наблюдателя, попадая в промежуток между зубцами. По известным скоростям вращения диска определялось время прохождения светом базы. Физо получил c = 315000 км/с. Погрешность измерения составляла не более 5% (рис. 4.1).

В 1862 г. Ж.Фуко реализовал высказанную в 1838 г. идею Д.Араго, применив вместо зубчатого диска быстровращающееся (512 об/с) зеркало. Отражаясь от зеркала, пучок света направлялся на базу и по возвращении вновь попадал на то же зеркало, успевшее повернуться на некоторый малый угол. При базе всего в 20 м Фуко нашел, что скорость света равна 298000 ± 500 км/с. Погрешность здесь составила всего 0,17% (рис. 4.2).

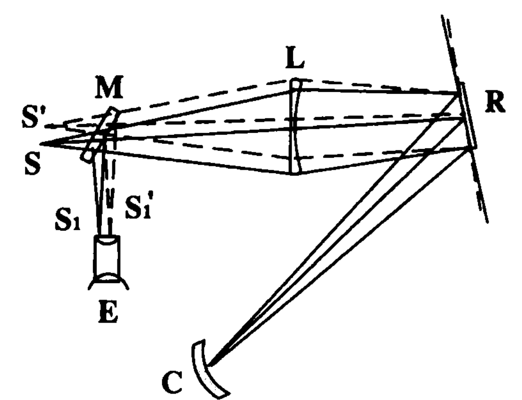


Рис. 4.2. Определение скорости света методом вращающегося зеркала. S - источник света; R - быстровращающееся зеркало; C - неподвижное вогнутое зеркало; M - полупрозрачное зеркало; L - объектив; E - окуляр; RC - база. Скорость света устанавливают, измеряя смещение SS.

Схемы и основные идеи опытов Физо и Фуко были в дальнейшем использованы многими учеными. Наибольшего развития метод Фуко достиг в работах Майкельсона 1879, 1902 и 1926 гг. Полученное им значение скорости

света c = 299796 ± 4 км/с имело погрешность всего в 0,0013%, что было тогда самым точным и вошло в интернациональные таблицы физических величин.

В современных измерениях скорости света используется модернизированный метод Физо с заменой зубчатого колеса на электронно-оптический модулятор света. Полученная скорость света c = 299792,5 ± 0,15 км/с имеет относительную погрешность не более 0,00005%. Поскольку такая погрешность не гарантируется, в 1957 г. решением XII Генеральной ассамблеи Международного союза по радиосвязи принято считать скорость распространения света в вакууме равной c = 299792 ± 0,4 км/с. Такая неопределенность в скорости света связана с изменением внешних условий в различные моменты измерения и в различных географических условиях.

Знание точной величины скорости света имеет большое практическое значение в связи с определением расстояний локационным путем в геодезии, дальнометрии, системах слежения за искусственными спутниками Земли и т.п.

4.1.3. Оптика как часть учения об электромагнетизме

В это же время независимо от оптических работ проводились исследования по электричеству и магнетизму. Майклу Фарадею в 1834 и 1838 гг. удалось обнаружить новое явление. Параллелепипед из тяжелого стекла (фингласа) был помещен между полюсами электромагнита, и через него пропускался поляризованный луч света параллельно силовым линиям магнитного поля. При возбуждении электромагнита плоскость поляризации света поворачивалась. На этом основании Фарадей сделал заключение, что свет имеет магнитную составляющую.

Джеймс Клерк Максвелл сумел подытожить все имевшиеся знания в этой области, опираясь на представления об эфире– как о среде, передающей возмущение от одного тела к другому механическим действием. Он писал:

«Мы можем получить численное значение некоторых свойств среды, таких, как скорость, с которой возмущение распространяется через нее, которая может быть вычислена из электромагнитных опытов, а также наблюдена непосредственно в случае света. Если бы было найдено, что скорость распространения электромагнитных возмущений такова же, что скорость света, не только в воздухе, но и в других прозрачных средах, мы получили бы серьезное основание для того, чтобы считать свет электромагнитным явлением, и тогда сочетание оптической и электромагнитной очевидности даст нам такое же доказательство реальности среды, какое мы получаем в случае других форм материи на основании совокупности свидетельств наших органов чувств».

Таким образом, Максвелл придавал значение совпадению скоростей распространения электромагнитных волн и света не только как доказательству того, что свет имеет электромагнитную природу, но и как доказательству наличия в пространстве среды, передающей возмущение в виде электромагнитных волн или света.

Затем Максвелл изучает более детально свойства электромагнитных возмущений и приходит к выводам, сегодня уже хорошо известным: колеблющийся электрический заряд создает переменное электрическое поле, неразрывно связанное с

переменным магнитным полем, эти поля неотделимы друг от друга и поляризованы взаимно перпендикулярно. Эти колебания распространяются в пространстве с определенной скоростью и образуют поперечную электромагнитную волну, электрические и магнитные колебания в каждой точке происходят перпендикулярно направлению распространения волны.

Максвелл сформулировал систему уравнений, наиболее важным их следствием оказалась возможность существования электромагнитных волн, распространяющихся со скоростью света. Отсюда Максвелл заключил, что свет представляет собой электромагнитные волны.

Электромагнитная теория света на основе заключений Максвелла оказалась способной объяснить многие явления, связанные с распространением света, но она не смогла описать процессы излучения и поглощения, связанные с взаимодействием вещества и поля. Немецким физиком Йозефом Фраунгофером(1787–1826) в 1814 г. были открыты и описаны темные линии в солнечном спектре, а их интерпретация как линий поглощения была дана в 1861 г. Робертом Бунзеном (1811–1899) и Густавом Кирхгофом (1824–1887).

Солнечный свет, обладающий непрерывным спектром, проходя через более холодные газы солнечной атмосферы, поглощается ими именно на тех длинах волн, которые излучают сами газы. Это открытие положило начало спектральному анализу в основе которого лежит утверждение, что все газообразные химические элементы обладают характерным линейчатым спектром. Изучение этих спектров было и остается главной задачей физических исследований. Но вопрос об излучении и поглощении света атомами относится не к одной только оптике, в него входит механика самого атома, а спектральные закономерности раскрывают не столько природу света, сколько структуру излучающих частиц. Таким образом, спектроскопия из части оптики постепенно превратилась в самостоятельную дисциплину, дающую экспериментальное обоснование атомной и молекулярной физике.

4.1.4. Давление света

В 1884 г. Генрих Герц (1857–1894), бывший ученик и ассистент Гельмгольца, приступил к изучению теории Максвелла. Одной из целей исследований была проверка возможности получения электромагнитных волн и их интерпретации на основе теории Максвелла. Герцу удалось показать, что электрический разряд вызывает в пространстве волны, состоящие из двух колебаний – электрического и магнитного, поляризованных перпендикулярно друг другу. Он установил также отражение и преломление этих волн, показав, что все результаты этих опытов полностью объяснимы теорией Максвелла.

По пути, открытому Герцем, устремились многие экспериментаторы. Итальянскому физику Аугусто Риги (1850–1920) удалось создать генератор, возбуждающий волны длиной в 10,6 см, создать аналоги оптических приборов и воспроизвести основные оптические явления. В 1897 г. вышла его книга «Оптика электрических колебаний», одно лишь название которой выражает содержание целой эпохи в истории физики.

В 1891 г. русский ученый П.Н.Лебедев (1866–1912) приступил к изучению свойств света на основе теории Максвелла. Его статья «Об отталкивающей силе лучеиспускающих тел» начиналась словами: «Максвелл показал, что световой или тепловой луч, падая на поглощающее тело, производит на него давление в направлении падения...». Исследование светового давления стало делом всей его короткой жизни.

Из теории Максвелла следовало, что световое давление на тело равно плотности энергии электромагнитного поля. Экспериментальная проверка этого положения представляла большую трудность, т.к. давление очень мало, мешает к тому же нагрев тела падающим излучением. Кроме того, возникают конвекционные потоки газа, искажающие результаты. Лебедев с непревзойденным мастерством преодолел эти трудности. Он создал крутильные весы, в которых платиновые крылышки подвеса имели толщину порядка 0,01 мм, что приводило к быстрому выравниванию температуры, а воздух был откачан с помощью нагретой ртути, которая вытесняла воздух, а затем охлаждалась, и ртутные пары замораживались.

Итоги работы были изложены в 1900 г. на Всемирном конгрессе физиков, а в 1901 г. в немецком журнале «Annalen der Physik» была напечатана его работа «Опытное исследование светового давления», получившая высочайшую оценку ученых. Из факта светового давления следовало, что электромагнитные волны обладают импульсом, а значит, и массой, и, следовательно, электромагнитное поле материально. Это был важнейший вывод.

4.1.5. Квантовая теория света

Несмотря на блестящие успехи электродинамики Максвелла-Герца, в конце XIX столетия оставалась неразрешенной проблема, связанная с тепловым излучением черного тела. Под этим термином понимают тело, полностью поглощающее все длины волн падающего на него излучения. Однако черное тело также способно к самостоятельному излучению: оно испускает в окружающее пространство непрерывный спектр волн, определяемый температурой тела. При этом возникает вопрос, как распределяется интенсивность излучения черного тела между волнами различной длины. Измерение спектра показало, что распределение выглядит как асимметричная кривая и напоминает распределение скоростей молекул газа.

Когда два английских ученых Дж.Р.Рэлей и Дж.Джинс вычислили энергию, приходящуюся на определенный интервал частот, они получили неожиданный результат: плотность энергии излучения полости должна возрастать пропорционально квадрату частоты. Тогда любая печь была бы накопителем смертоносного ультракоротковолнового излучения. Разумеется, подобный вывод резко противоречил жизненному опыту.

Однако 14 декабря 1900 г. Макс Планк на собрании Немецкого общества выдвинул совершенно новую идею. Он рассматривал внутренние стенки излучающей полости как содержащие бесчисленное множество крошечных осцилляторов, которые действуют как источники излучения, причем каждый из

них может излучать только стандартную порцию – квант энергии, величина которой зависит от частоты п и равна

$$E = h\nu,$$

где h постоянная величина (постоянная Планка, равная $h=6{,}626\cdot10^{-34}$Вт$\cdot$с^2). На основе этой гипотезы Планку удалось вывести искомую функцию распределения энергии: по достижении максимума кривая распределения загибается вниз, принимая колоколообразную форму, точно совпадающую с экспериментальной кривой.

В 1905 г. Эйнштейн опубликовал три свои знаменитые работы; одна из них относилась к внешнему фотоэлектрическому эффекту – явлению, которое ему удалось убедительно объяснить на основе гипотезы квантов. По его гипотезе свет распространяется квантами (фотонами), и если фотон точно попадет на конкретный атом и энергия фотона превышает определенный порог, то атом испускает электрон.

Так была подтверждена гипотеза квантов, давшая начало новому направлению в физике – квантовой механике.

4.1.6. Оптика движущихся тел

Оптика движущихся тел также выродилась в самостоятельную область физики. Первым наблюденным явлением в этой области, отмеченным в 1725 г. английским астрономом Джеймсом Брадлеем (1693–1762), было явление аберрации «неподвижных звезд» , т.е. обнаружение небольшого различия их угловых положений, связанного с движением Земли относительно направления светового луча. Брадлей правильно понял это явление, связав его с конечностью скорости распространения света, в результате чего ему удалось определить последнюю. К этой же области относятся и другие явления. Френель первым заинтересовался увлечением света движущимися телами и показал, что световой эфир участвует в движении со скоростью, которая меньше скорости движущихся тел. Затем Физо экспериментально продемонстрировал такое частичное увлечение света в опыте с текущей водой. Христиан Доплер (1803–1853) исследовал эффекты, связанные с движением источника света или наблюдателя, и сформулировал хорошо известный принцип, названный его именем.

До той поры пока теория упругого светового эфира считалась верной, а область исследований и точность измерений были невелики, идея Френеля о частичном увлечении света была способна объяснить все наблюдаемые явления. Электромагнитная же теория света встретилась здесь с трудностями фундаментального характера. Герц первым попытался обобщить уравнения Максвелла на случай движущихся тел. Однако его формулы противоречили некоторым магнитным и оптическим измерениям.

Огромную роль сыграла теория нидерландского физика Гендрика Антона Лоренца (1853–1928), который предположил, что абсолютно неподвижный в пространстве эфир является носителем электромагнитного поля. Лоренц вывел

свойства материальных тел из взаимодействия электрических частиц – электронов. Он показал, что френелевский коэффициент увлечения света можно получить из его теории и все известные в то время (1895) явления можно объяснить на основе его гипотезы. Но вскоре возникла новая трудность: в опытах американского исследователя Альберта Майкельсона 1881–1887 гг. не удалось обнаружить эфирный ветер, наличие которого следовало из теории «неподвижного эфира». На этой основе Альбертом Эйнштейном (1879–1955) была разработана Специальная теория относительности, вообще исключившая эфир из естествознания. Эта теория основана на критике старых представлений о времени и пространстве и приводит к отказу от евклидовой геометрии и обычного понятия одновременности. Сегодня Специальная теория относительности наряду с квантовой механикой является основой современной теоретической физики и теоретического естествознания. Ее рассмотрение выходит за рамки настоящей главы.

Несмотря на успехи электромагнитной теории света, в конце XIX в. выяснилось, что она явно недостаточна для описания процессов поглощения и испускания света.

Особенно отчетливо это выявилось при анализе распределения энергии по длинам волн теплового излучения. Утверждение М.Планка, высказанное в 1900 г., о том, что атомы и молекулы отдают энергию не непрерывно, а порциями, квантами, не только разрешило возникшие противоречия, но и положило начало новому направлению в физике – квантовой механике. Эйнштейн в 1905 г. приписал квантам света – фотонам – кроме энергии еще импульс и массу. Фотонные представления позволили Эйнштейну объяснить основные законы фотоэффекта, впервые исследованные А.Г.Столетовым в 1888–1890 гг. и дать трактовку химических превращений, а также ряда других фотоэффектов, особенно связанными с взаимодействием света с веществом.

В современной теоретической оптике квантовые представления сочетаются с волновыми в квантовой механике и квантовой электродинамике. На основе этих представлений были изобретены квантовые генераторы – мазер, излучающий электромагнитное излучение в сантиметровом диапазоне, и лазер – излучатель интенсивного направленного света, нашедшие широкое практическое применение.

Появление квантовых генераторов на твердых, жидких, газообразных и плазменных средах стимулировало развитие таких традиционных областей, как спектроскопия, люминесценция, фотохимия, позволило реализовать идеи голографиии, внедрить методы и достижения оптики во многие прикладные области, например, медицину, связь, обработку материалов и т.п.

Таким образом, оптика по-прежнему находится на переднем крае знаний.

В современной оптике различают три раздела – геометрическую, физическую и физиологическую оптику. Последняя смыкается с биофизикой и психологией и исследует зрительные анализаторы и механизмы зрения.

4.2. Основные положения оптики

4.2.1. Геометрическая оптика

Геометрической (или лучевой) оптикой рассматриваются законы распространения света в прозрачных средах на основе представлений о свете как о совокупности световых лучей – линий, вдоль которых распространяется световая энергия. В оптически однородной среде световые лучи прямолинейны и ортогональны к волновым поверхностям. На границе двух сред они подчиняются законам отражения и преломления. Пучки световых лучей могут пересекаться, не интерферируя и распространяясь после пересечения независимо друг от друга.

Геометрическая оптика в основном объясняет образование оптических изображений и позволяет рассчитывать многие оптические приборы.

Принцип Ферма (1660): луч света всегда распространяется в пространстве между двумя точками по тому пути, по которому время его прохождения меньше, чем по любому другому пути (принцип наименьшей оптической длины пути).

Закон обратимости: если из точки, в которую падает луч света, выпустить луч в обратном направлении, то он пройдет по тому же пути, по которому шел прямой луч.

Изображение называют действительным, если оно создается сходящимися пучками лучей, и мнимым, если оно создается продолжениями лучей в противоположном лучам направлении. Изображения действительных объектов в плоских зеркалах всегда мнимые; в вогнутых зеркалах и собирающих линзах могут быть и действительными, и мнимыми.

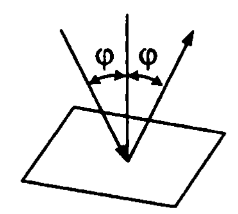


Рис. 4.3. Отражение света от металлической поверхности.

Увеличение оптическое – отношение линейных или угловых размеров изображения предмета, получаемого с помощью оптической системы, к соответствующим размерам предмета.

Отражение света – явление отражения световой волны от границы двух сред обратно в ту среду, из которой луч подошел к границе раздела сред.

Закон зеркального отражения: отраженный луч лежит в плоскости падающего луча, причем угол его отражения равен углу падения падающего луча (рис. 4.3).

Преломление света – изменение направления распространения света при его прохождении через границу двух сред.

Относительный показатель преломления – отношение скоростей распространения света в двух средах.

Закон преломления Снелля: угол падения φ, угол преломдения χ и показатели преломления сред n_1 и n_2 связаны соотношением (рис. 4.4):

$$n_1 \sin\varphi = n_2 \sin\chi.$$

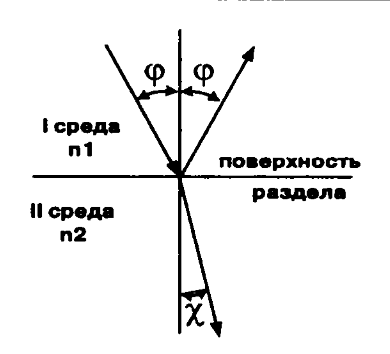


Рис. 4.4. Отражение и преломление света на границе двух сред

Оптическая система – совокупность оптических деталей (зеркал, линз, призм и т.п.), образующих оптические изображения предметов на приемниках световой энергии.

Зеркало – тело, обладающее полированной поверхностью и способное отражать световые лучи. Зеркала должны иметь высокий коэффициент отражения, для чего их гладкую поверхность покрывают металлической (алюминиевой, серебряной или золотой) пленкой. Зеркала могут быть плоскими, вогнутыми и выпуклыми. Вогнутые и выпуклые зеркала могут иметь различную форму – сферическую, параболоидальную, эллипсоидальную, тороидальную и т.п. (рис. 4.5).

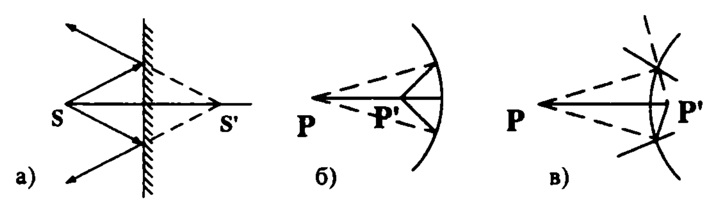


Рис. 4.5. Отражение света от плоского (а), вогнутого (б) и выпуклого (в) зеркал.

Линза – прозрачное тело, ограниченное двумя криволинейными или криволинейной и плоской поверхностями. В большинстве случаев применяются линзы, поверхности которых имеют сферическую форму. Линза является собирающей, если она преобразует параллельный пучок света в сходящийся, и рассеивающей, если в расходящийся (рис. 4.6). Линза называется тонкой, если ее толщина мала по сравнению с радиусами кривизны ее поверхностей. В противном случае линза называется толстой.

Главной плоскостью линзы является плоскость соединения обеих ее криволинейных поверхностей; фокусным расстоянием линзы является расстояние от главной плоскости до точки пересечения падающего на нее параллельного пучка света. Материалом для линз чаще всего служит оптическое и органическое стекло.

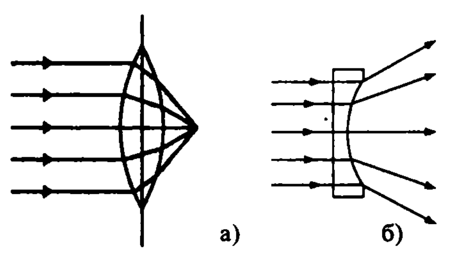


Рис. 4.6. Линзы тонкая собирающая (а) и рассеивающая (б).

Призма – прозрачный многогранник, у которого две грани – *n*-угольники (основания), а остальные параллело-

граммы (боковые грани) (рис. 4.7).

Аберрация оптических систем – погрешности изображений в оптических системах, связанные как с несовершенством самих систем, так и с волновой природой света.

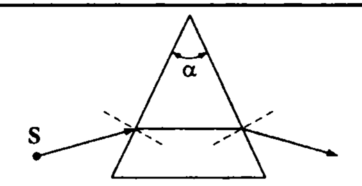


Рис. 4.7. Трехгранная призма.

4.2.2. Физическая оптика

Физическая оптика рассматривает проблемы, связанные с природой света и световых явлений. В основе физической оптики лежит представление о том, что свет есть поперечные электромагнитные волны. К числу явлений, подтверждающих это представление, отнесены дифракция света, интерференция света, поляризация света. Совокупность явлений, в которых проявляется волновая природа света, изучается волновой оптикой, фактически являющейся частью электродинамики.

Оптическое излучение – электромагнитные волны, длина которых заключена в диапазоне с условными границами от 1 нм до 1 мм. К оптическому излучению относят помимо воспринимаемого человеческим глазом видимого излучения – света (от 400 до 740 нм) также инфракрасное излучение с длиной волны более 740 нм и ультрафиолетовое излучение с длиной волны короче 400 нм. Волновые свойства оптического излучения обусловливают явления дифракции, интерференции и поляризации света, а также некоторые другие.

Различные виды оптического излучения классифицируются по следующим признакам:

- ***природа излучения*** – тепловое и люминесцентное излучение;
- ***степень однородности спектра*** – монохроматическое и немонохроматическое;
- ***степень упорядоченности ориентации электрического и магнитного векторов*** – естественное, поляризованное линейно, по кругу, эллиптически;
- ***степень рассеянности потока*** – направленное, диффузное, смешанное.

Цвет света – субъективное ощущение воспринимаемой глазом видимой части света определенной частоты (или комбинации частот). Длины волн света «простых» цветов: фиолетовый и синий – 380-470 нм; сине-зеленый (голубой) – 480-500 нм; зеленый – 510-560 нм; желто-оранжевый – 570-590 нм; красный – 600-760 нм.

Для запоминания последовательности цветов от красного к фиолетовому используют первые буквы фразы «Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидят Фазаны».

Когерентность света – согласованное протекание во времени нескольких колебаний или волновых процессов, проявляющееся при их сложении. Колебания называются когерентными, если разность их фаз остается постоянной во времени и при сложении колебаний определяет амплитуду суммарного колебания. Два гармонических (синусоидальных) колебания всегда когерентны. Если у когерентных колебания сдвиг фаз отсутствует, то они синфазны. Если свет состоит из электромагнитного излучения строго одной частоты, то он монохроматичен.

Спектр колебаний – совокупность простых гармонических колебаний, на которые может быть разложено сложное колебательное движение.

Дисперсия света – зависимость показателя преломления n вещества от частоты (длины волны) света.

Поглощение света – уменьшение интенсивности света, проходящего через материальную среду.

Поляризация света – неравноправие различных направлений в плоскости, перпендикулярной световому лучу.

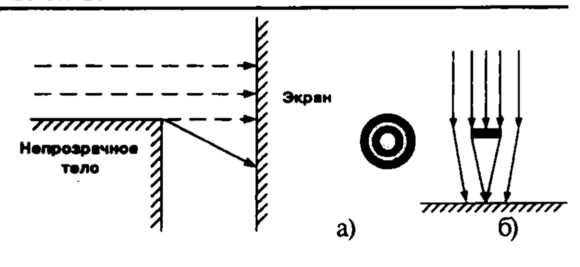


Рис. 4.8. Дифракция света: отклонение пучка света в сторону тени (а); дифракционная картина за непрозрачным круглым предметом (б).

Световой одиночный импульс (фотон) всегда поляризован полностью. Но свет состоит из множества не связанных друг с другом фотонов, и поэтому у обычных источников света свет не поляризован. Однако взаимодействие элементарных излучателей приводит к их частичной взаимосвязи, к повороту фотонов и к частичной или полной поляризации светового луча в целом.

Характер поляризации принято определять по проекции вектора электрической составляющей света на плоскость, перпендикулярную лучу. В общем случае такая проекция – эллипс, тогда поляризация называется эллиптической.

Предельными случаями является круговая поляризация, когда эллипс вырождается в круг, и линейная поляризация, когда эллипс вырождается в прямую линию.

Поляризатор – устройство для получения полностью или частично поляризованного света. Поляризатор может быть использован в качестве анализатора поляризованного излучения. Два параллельно установленных поляризатора полностью пропускают поляризованный свет. Поворот одного из них относительно другого на 90 градусов полностью перекрывает любой свет.

Дифракция света – отклонение луча света, проходящего около края непрозрачного предмета, в сторону его геометрической тени.

Дифракция волн – характерная особенность распространения волн независимо от их природы. Дифракция волн существенно зависит от соотношения между длиной волны и размерами объекта и наиболее отчетливо проявляется тогда, когда длина объекта и длина волны соизмеримы (рис.4.8).

Интерференция света – сложение волн, при котором наблюдается характерное пространственное распределение интенсивности света (интерференционная картина) в виде чередующихся светлых и темных полос. Интерференция света возникает только в том случае, если частоты складывающихся волн одинаковы и разность фаз постоянна во времени, т.е. волны когерентны. Расстояние d между интерференционными полосами тем больше, чем боль-

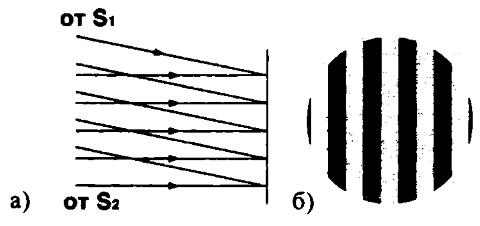


Рис. 4.9. Интерференция света: образование интерференционной картины (а) и ее вид (б).

ше длина волны λ и чем меньше угол α между световыми лучами (рис. 4.9):

$$d = \lambda/\alpha.$$

Голография – способ получения оптических образов без применения фокусирующих систем, основанный на однозначной связи формы тела с пространственным распределением амплитуд и фаз распространяющихся от него световых волн. В голографии на регистрируемое поле накладывают дополнительное когерентное поле и на фоточувствительном поле фиксируют возникающую интерференционную картину. При рассмотрении полученной голограммы в монохроматическом свете получается объемное изображение предмета (рис. 4.10, 4.11).

Молекулярная оптика – раздел оптики, в котором изучаются процессы взаимодействия оптического излучения с веществом, существенно зависящие от атомно-молекулярной структуры вещества. Молекулярная оптика устанавливает связь между характером единичных актов взаимодействия световой волны с частицами

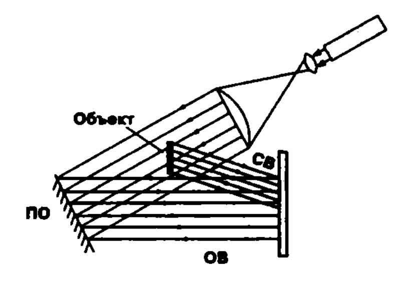


Рис. 4.10. Получение голограммы объекта: л – лазер; о – объект; по – плоский отражатель; ов – опорная волна; св – сигнальная волна; счс – светочувствительный слой.

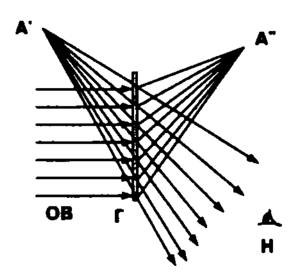


Рис. 4.11. Восстановление изображения по голограмме: ов – опорная волна; A' – мнимое изображение; A" – действительное изображение; г – голограмма; н – наблюдатель.

(молекулами, атомами, ионами) и макроскопическими параметрами состоящей из этих частиц среды (например, ее показателем преломления). С этой точки зрения в молекулярной оптике рассматриваются дисперсия света, преломление света и рассеяние света.

4.3. Некоторые недостатки современной теоретической оптики

Несмотря на безусловные успехи оптики как фундаментальной и прикладной науки, следует отметить и ее серьезные недостатки.

Главным недостатком современной теоретической оптики является отсутствие какого бы то ни было представления о самой структуре света и о механизме излучения и поглощения фотонов.

Разумеется, следует признать, что многие свойства света хорошо изучены, описаны и использованы при расчетах многочисленных оптических устройств. Сделаны выводы о том, что свет обладает корпускулярными и волновыми свойствами (корпускулярно-волновой дуализм), что он состоит из квантов, т.е. отдельных порций, которые названы фотонами, и что эти кванты обладают тем большей энергией, чем больше их частота. Выяснено даже, что световые кванты могут обладать значением спина +1 или –1, но почему все это так, а не иначе, ни оптика, ни квантовая механика объяснить не в состоянии.

В оптике созданы впечатляющие методы расчетов, главным образом в области так называемой геометрической оптики, без чего развитие оптики стало бы невозможным, разработаны методы расчетов современных приборов. Эти методы полностью себя оправдали. Однако лежащие в основе этих расчетов представления о природе света, по меньшей мере, вызывают сомнения. Чего стоит, например, «принцип Гюйгенса», в соответствии с которым любую точку пространства можно рассматривать как точку излучения световой волны: ведь на самом деле в этой «точке», кроме вакуума, ничего нет! И хотя построенные на этой основе волновые фронты вполне соответствуют действительности, физическая сторона такого «излучения» не может соответствовать ни физике пространства, ни физике света. «Принцип Гюйгенса» – это всего лишь метод расчета, а не физическая суть явления.

Представление о свете как об электромагнитном явлении вызывает сомнения, несмотря на численное совпадение их скоростей, так как не все их свойства совпадают.

Например, в соответствии с электромагнитной теорией в полупроводящей среде затухание электромагнитной волны происходит тем быстрее, чем выше частота. В морской воде электромагнитное излучение на частоте 1 МГц практически полностью исчезает на глубине всего в 3 м. Свет, имеющий частоту на 9 порядков выше, должен полностью исчезать на глубине на 3 порядка меньшей, т.е. на глубине в 3 мм. Но на самом деле свет проходит до глубин 100–150 м, т.е. несоответствие теории эксперименту составляет почти 5 порядков.

Следует также отметить, что само представление о распространении поперечных волн в какой бы то ни было среде, не имеющей выраженной поверхности, не имеет места в действительности, т.к. распространение энергии в любых средах идет не поперек, а вдоль возмущения. Поперечные волны возможны лишь на поверхностях тел, да еще при наличии соответствующих восстанавливающих сил (гравитации, упругости и т.п.), в средах же, не имеющих поверхности, могут существовать лишь так называемые волны Рэлея, затухающие на расстояниях в 4–5 межмолекулярных расстояний. Это означает, что свет не имеет чисто волновой структуры, так же как и электромагнитное поле.

Следует напомнить, что общее значение скорости у электромагнитных волн и у света не обязательно свидетельствует об электромагнитной природе света, т.к. к одному и тому же следствию могли привести различные причины, тем более если у них есть некий общий механизм, совсем не обязательно имеющий электромагнитную природу. Это могут быть, например, свойства самой среды, обеспечивающей прохождение электромагнитных полей и фотонов света. Не понимая структуры радиоволн и света, нельзя делать столь далеко идущие однозначные выводы.

Не все в порядке и с так называемыми объяснениями явлений. Объяснение – это не описание и не постулирование, а вскрытие внутреннего механизма явления, действие которого и воспринимается как явление. Поэтому некоторые «объяснения» не могут быть признаны удовлетворительными. Например, «объяснение» двойного преломления тем, что, вероятно, в этом явлении существует вторичная эллипсоидальная волна, более чем сомнительно, т.к. это не более чем одна из возможных гипотез.

«Хорошо установленные» факты при ближайшем рассмотрении не всегда оказываются таковыми. Например, эксперимент Физо, проведенный в 1851 г. с целью подтверждения коэффициента Френеля частичного увлечения света движущейся средой, был поставлен методически неверно, т.к. коэффициент Френеля рассчитывался из условия вхождения внешнего эфира в движущееся тело, а опыт Физо был организован так, что внешний по отношению к среде эфир в нее не входил. Эксперимент был проведен только с водой, никакие другие среды не проверялись, эксперимент не учел массу побочных эффектов – краевых, турбулентных и т.п., которые не могли не иметь места, он практически был одноразовым и не имел никакой статистики. Нужно, однако, заметить, что коэффициент Френеля практически не используется в оптических приборах.

Даже такие, казалось бы, хорошо изученные явления, как интерференция и дифракция могут иметь различную и вовсе не волновую трактовку. Интерференция может быть объяснена не только сложением волн, но и статистически, поскольку световые частицы – фотоны– могут образовывать более яркие участки интерференционной картины за счет большего количества падающих на единицу поверхности фотонов, чем на соседних участках. Дифракция может быть объяснена изменением условий прохождения фотона вблизи непроводящего предмета и особенно на его краю.

Точно так же и явление фотоэффекта вовсе не свидетельствует однозначно о том, что излучение электрона происходит только так, как это объяснил Эйнштейн. Электроны в металле существуют в виде электронного газа свободных электронов, и поэтому они могут накапливать энергию на существенно большем пространстве, чем поперечное сечение атома. Они должны преодолеть не связь атома, а работу выхода.

Переход оптики движущихся тел на позиции специальной теории относительности Эйнштейна не имеет под собой основания, т.к. сама эта «теория» основана на ложном представлении об отсутствии в природе эфирного ветра. На самом деле эфирный ветер был обнаружен уже в ранних опытах самого Майкельсона, хотя его величина и была меньше ожидавшейся в 10 раз, затем работы были продолжены, и сотрудниками Майкельсона Эдвардом Морли уже в 1905 г. и

особенно Дэйтоном Кларенсом Миллером к 1925 г. были получены блестящие результаты и определены как скорость, так и галактическое направление эфирного ветра. Это совершенно по-иному заставляет подойти к трактовке многих физических явлений и приводит к необходимости пересмотреть также и некоторые физические основы оптики.

Отсутствие представлений о самой сути оптических явлений заставляет исследователей конкретных явлений изобретать «постулаты» и «принципы», вводить различные предположения, придумывать методики, которые хоть как-то помогают решать поставленные задачи.

Однако вечно так продолжаться не может. Нужны более кардинальные методы, позволяющие вникнуть в механизм явлений и уже на этой основе развиваться далее.

Литература к главе 4.

1. Борн М., Вольф Э. Оптика. Пер. с нем. М., Наука, 1973, 719 с.
2. Борбат А.М. Интересно об оптике. Киев., Вища школа, 1980, 96 с.
3. Брег У.Г. Мир света. Мир звука. Пер. с англ. М., Наука, 1967, 335 с.
4. Вавилов С.И. Глаз и Солнце, 10-е изд. М., Наука, 1981, 126 с.
5. Гершензон Е.М. Оптика и атомная физика. М., Просвещение, 1992, 320 с.
6. Годжаев Н.М. Оптика. М., Высшая школа, 1978, 431 с.
7. Григорьев М.Н. Колебания и волны. Оптика. Рига, 1968, 311 с.
8. Корсунский М.И. Оптика, строение атома, атомное ядро, изд. 3-е. М., Наука, 1967, 527 с.
9. Кузнецов В.И. Свет. М., Педагогика, 1977, 126 с.
10. Ландсберг Г.С. Оптика, изд. 5-е. М., Наука, 1976, 926 с.
11. Матвеев А.Н. Оптика. М., Высшая школа, 1985, 351 с.
12. Миниарт М. Свет и цвет в природе. М., Наука, 1969, 344 с.
13. Поль Р. Оптика и атомная физика. Пер. с нем. М., Наука, 1966, 652 с.
14. Толанский С. Удивительные свойства света. Пер. с нем. М., Мир, 1969, 136 с.

Глава 5. ГРАВИТАЦИЯ

«Тяготение существует ко всем телам вообще и пропорционально массе каждого из них».

И.Ньютон. Математические начала натуральной философии

«Тяжесть покоящегося тела есть не что иное, как задержанное движение».

М.В.Ломоносов. О тяжести тел

5.1. Представления о гравитации до XX века

Гравитация – это то же самое, что и тяготение, универсальное взаимодействие между любыми телами, проявляющееся в том, что все тела притягиваются друг к другу. Благодаря тяготению планеты не улетают из Солнечной системы, все предметы на Земле не отрываются от нее, а будучи подброшенными, возвращаются на Землю.

Сила тяготения – одна из первых, с которой человек сталкивается со дня рождения. С ней приходится считаться в любых исследованиях и экспериментах. Она повсеместна. И при всем том силе тяготения в науке долго не везло. Нельзя сказать, чтобы ученые ею не занимались. Наоборот, стоит оглянуться на историю исследования этой проблемы, чтобы увидеть, что почти каждый крупный физик по меньшей мере высказывал по этому поводу свои соображения, а чаще посвящал гравитации специальные работы.

Но, как пишет английский писатель и ученый Артур Кларк в книге «Черты будущего», «сила тяготения стоит как-то особняком от других сил природы. Свет, тепло, электричество, магнетизм – все можно генерировать, создать множеством различных способов, и все они обладают свойством взаимопревращения... А вот генерировать гравитацию мы совсем не умеем, и, судя по всему, она совершенно индифферентна к любым воздействиям, которые мы пытаемся на нее оказать».

Множество статей и даже книг о гравитации заявляют, что тяготение – единственная сила, которую человек до сих пор не умеет создавать искусственно.

Одной из важнейших дат в истории физики считается по праву 365 год до н.э. В этом году девятнадцатилетний Аристотель впервые в мире отметил, что свободное падение тел представляет собой ускоренное движение.

Касаясь причины того, почему предметы падают на землю, а пар поднимается к небу, Аристотель с его стремлением к «устроению» строгого и точного миропорядка давал (вслед за Платоном) этому простое объяснение: в мироздании всему отведено свое место, планетам – круговые орбиты, а тяжелым телам – центр мира. И если что – то находится «не на своем месте», то оно во всяком случае стремится его занять.

Аристотель полагал, что тело движется, пока на него влияет какая-то сила. Перестает она действовать – тело останавливается. Альберт Эйнштейн не осуж-

дал гениального грека. В книге «Эволюция физики», написанной совместно Эйнштейном и Инфельдом, так и говорится, что это положение Аристотеля по существу отвечает обычному житейскому опыту.

Закон инерции, кажущийся сейчас очевидным, нельзя было, с точки зрения авторов «Эволюции физики», просто и прямо вывести из реальных обыденных событий. Тут требовалась высокая степень абстрактного мышления. Греки ведь не знали быстродвижущихся тел, у них не было точного количественного подхода к скорости.

Аристотель видел, что колесница останавливается, когда останавливается впряженный в нее конь. И подталкиваемый камень перестает двигаться, стоит рабам присесть отдохнуть. Он сделал обобщение и вывел закон.

Галилей разрушил аристотелевы представления о движении и падении тел, Ньютон окончательно разделался с идеей о стремлении тяжелых тел к «центру Вселенной».

Смерть воспитанника Аристотеля великого завоевателя Александра Македонского обернулась для воспитателя трагедией. Освободившиеся от страха перед грозным тираном афиняне видели в Аристотеле прежде всего его приближенного. Философу пришлось бежать из Афин. Вскоре он умер. Его смерть родила легенду.

Блистательный военный поход Александра Македонского был одновременно грандиозной научной экспедицией. Жадно встречал Аристотель известия, приносимые возвращавшимися из походов греками, сообщения о странных камнях, растениях, животных, необычных природных явлениях. Но самые поразительные новости принесли воины, побывавшие на побережье Индийского океана. Они свидетельствовали, что там дважды в сутки морская вода поднимается на много локтей и идет на сушу, чтобы через несколько часов отступить. Иначе говоря, Аристотелю описали приливы и отливы. Как и подобало настоящему ученому, Аристотель стал искать причину, по которой происходят приливы и отливы, но не смог найти ее. И от отчаяния якобы бросился в море.

Древние называли морские приливы «могилой человеческого любопытства». Кто первый понял, точнее сказать, подметил, что приливы как-то связаны с Луной, точно неизвестно. Для римлян I века до н.э. это была уже настолько тривиальная истина, что Юлий Цезарь мимоходом упоминает о ней в своих «Записках о Галльской войне». А понять было нелегко, потому что даже семнадцать веков спустя Галилей считал идею о Луне, управляющей приливами, глупейшим предрассудком. Впрочем, и противник Галилея в этом вопросе Кеплер смог ссылаться для объяснения только на особую власть Луны над водой.

В средние века догадки становятся, в общем, определеннее и точнее.

Шотландец Иоанн Скот Эригена в IX в. полагал, что по мере удаления от Земли тяжелые тела должны становиться легче.

Англичанин Аделяр из старинного города Бата тремя веками позже прямо полагал, что если в Земле вырыть колодец огромной глубины и бросить в него камень, то в центре Земли камень остановится и дальше не полетит.

Роджер Бэкон объяснил падение тел силой притяжения, направленной к центру Земли.

Итальянский писатель и медик Джироламо Фракасто заявляет в 1538 году, что все тела притягиваются.

Великий исследователь магнетизма Вильям Гильберт, лейбмедик королевы Елизаветы Английской, считал Землю гигантским магнитом, притягивающим все мелкие тела.

Это была, пожалуй, первая попытка найти общие корни магнетизма и гравитации.

Некоторые востоковеды полагают, что к открытию Закона всемирного тяготения в XII в. довольно близко подошел ученый и поэт Анвари (Энвери).

Догадки о существовании тяготения, родившиеся до конца XVI в., не образуют стройной системы. Нельзя построить, расположив их в хронологическом порядке, лестницы, по ступеням которой познание в этой конкретной области двигалось бы от Аристотеля к Галилею. Но открытия средневековья и Возрождения во многих отраслях науки подготовили тот прорыв физики вперед, который оказался связан прежде всего с исследованиями проблем тяготения.

«Небесную часть» работы по созданию фундамента будущего закона выполнил прежде всего Иоганн Кеплер (1571–1630). Он делает самое великое из своих открытий: приходит к выводу, что планеты движутся вокруг Солнца не по кругам, а по эллипсам, и формулирует три закона такого движения планет, три закона, которые получили имя Кеплера и обессмертили его. Эти законы были проявлением в конечном счете Закона всемирного тяготения. Сама формулировка законов Кеплера оказала в дальнейшем влияние на формулировку Ньютоном его законов.

Для Кеплера все планеты были существами одушевленными, он полагал, что планета «имеет ощущение величины углов». Солнце для него – движущаяся душа Солнечной системы; именно Солнце стало, по Кеплеру, двигать планеты вокруг себя. Опираясь на открытие англичанина Вильямса Гильберта, Кеплер создает гипотезу о том, что и Солнце, и все планеты – шарообразные магниты. Сама мысль о том, что движение планет совершается под воздействием какой-то внешней силы, была глубоко новаторской. Кеплер говорил и о существовании собственно тяготения. Но находил, что оно действует только между покоящимися телами.

Чтобы появились законы, надо было найти четкие связи между явлениями и выразить их в математических формулах. Для этого в работах Галилея было три направления. Первое связано с изучением падения тел и движения маятника. Второе – с развитием принципа относительности. На третьем направлении был открыт Закон инерции, закон, по которому тело сохраняет состояние покоя или равномерного движения, пока не вмешается внешняя сила. Правда, эта формулировка более поздняя, ***ньютоновская***, но предтечей Ньютона был Галилей (1564–1642). Важнейшей из своих заслуг перед наукой Галилей считал создание учения о падении тел.

В поисках причины тяготения Галилей не пошел намного дальше Аристотеля. Только-только рождавшаяся опытная наука часто брала на веру то, чего проверить еще не могла.

Галилей был борцом против многих положений Аристотеля. Однако причиной падения тел для него остается стремление всех тел собраться в один центр – почти по Аристотелю. Справедливости ради нужно сказать, однако, что Галилей говорил и о множественности центров притяжения.

Луна, полагал Галилей, остановись она, упала бы на Землю с тем же ускорением, что и камень, брошенный с Пизанской башни. Он не думал, что расстояние

от центра Земли может сказаться на ускорении падений. Чтобы это увидеть, надо было признать за законами тяготения некоторый набор свойств, характерный и для законов изменения других явлений.

Роберт Гук (1635–1703), английский физик и химик, старший современник Ньютона, сумел сделать этот шаг. Он пришел к выводу, что тяготение с расстоянием ослабевает. Он же категорически утверждал, что все небесные тела обладают тяготением, иначе они разлетелись бы по прямым линиям во все стороны, а не были бы «привязаны» к своим орбитам. Он пришел в конце концов к выводу о том, что тяготение ослабевает пропорционально квадрату расстояния.

Известно, что о таком ослаблении тяготения говорилось и до Ньютона, и до Гука. Итальянец Альфонсо Борелли утверждал это в печати еще в 1665 г., когда Ньютон только еще размышлял над своим законом. Но Борелли опирался лишь на наблюдения за движением спутников Юпитера. Роберт Гук выдвинул общую идею, которую не смог доказать математически по той простой причине, что он не умел составлять требовавшиеся в данном случае уравнения. Закон всемирного тяготения был открыт Исааком Ньютоном (1643–1727).

«И в том же году я начал думать о тяготении, простирающемся до орбиты Луны...Все это было в 1665 и 1666 гг. – в годы чумы, ибо в те дни я был на заре своей поры изобретений, и математика и философия волновали меня более, чем когда-либо после...» – писал уже постаревший Исаак Ньютон.

Один из друзей Ньютона по имени Стекли остался в истории, поскольку поведал нам историю ньютонова яблока:

«После обеда погода была жаркая; мы перешли в сад и пили чай под тенью нескольких яблонь. Были только мы вдвоем. Между прочим, сэр Исаак сказал мне, что точно в такой же обстановке он находился, когда впервые ему пришла в голову мысль о тяготении. Она была вызвана падением яблока, когда он сидел, погрузившись в думы. Почему яблоко всегда падает отвесно, подумал он про себя, почему не в стороны, а всегда к центру Земли? Должна существовать притягательная сила в материи, сосредоточенная в центре Земли. Если материя тянет другую материю, то должна существовать пропорциональность ее количеству. Поэтому яблоко притягивает Землю точно так же, как Земля яблоко. Должна, следовательно, существовать сила, подобная той, которую мы называем тяжестью, простирающаяся во всей Вселенной».

Для Ньютона тяготение было не просто одним из свойств материи, а главным ее свойством, ключом к решению загадок Вселенной. Потому что «такие свойства тел, которые не могут быть ни усиляемы, ни ослабляемы, которые оказываются присущи всем телам, над которыми возможно проводить испытания, должны быть почитаемы за свойства всех тел вообще».

Главный труд своей жизни ученый назвал «Математические начала натуральной философии». В нем Ньютон, опираясь на соединение открытых им законов механики и Закона всемирного тяготения, провозгласил, что задача науки заключается в том, чтобы объяснить мир в целом, исходя из начал механики.

Тысячи астрономов изучали звездное небо, пути планет и Луны. Миллиарды людей каждый день сталкивались с тем, что все могущее упасть – падает. Ньютон первый объявил, что то и другое происходит по одному и тому же закону. Сначала

он хотел узнать, Земля ли единственное место, где действует сила тяжести. И он взял ближайшее к нашей планете тело – Луну. И предположил, что сила, удерживающая Луну на орбите вокруг Земли, – та же самая, что притягивает тела, находящиеся на поверхности Земли и вблизи от нее. Выяснилось, что изменение силы тяжести ослабевало пропорционально квадрату расстояния между притягивающимися телами. Впервые мысль об единой природе тяжести на Земле и тяготения в космосе была доказана систематическим расчетом. Аргументом в пользу именно такого воздействия расстояния на силу тяготения была аналогия с освещенностью.

Исаак Ньютон много занимался исследованием света и знал, что освещенность поверхности лучами от какого-либо источника света обратно пропорциональна квадрату расстояния от этого источника. Главным для Ньютона были наблюдения. Но эти наблюдения мало бы стоили сами по себе, если бы он не нашел для их обработки соответствующего математического метода. Больше того, он фактически и заявляет время от времени, что подменяет физику математикой. Категорически утверждает, что «исследует не виды сил и свойств их, а лишь их величины и математические соотношения между ними». Союз математики, философии и физики привел к рождению нового закона:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

Здесь в числителе произведение m_1 и m_2 масс взаимно действующих тел, а в знаменателе – квадрат расстояния между ними, G – коэффициент в этой формуле, так называемая гравитационная константа, она же постоянная тяготения ($G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ м$^3 \cdot$ кг$^{-1} \cdot$ с$^{-2}$).

В дальнейшем представления о тяготении были несколько развиты. Были введены представления о напряженности поля тяготения и его потенциале.

Напряженность гравитационного поля равна отношению силы тяготения, действующей на материальную точку, к величине ее массы и представляет собой векторную величину:

$$g = \frac{F}{m} = G\frac{M}{R^2}.$$

Потенциал поля тяготения φ связан с напряженностью g соотношением:

$$g = -\mathrm{grad}\varphi,$$

откуда

$$\varphi = -dg/dR = GM/R.$$

Потенциал поля тяготения – величина скалярная, суммируемая алгебраически в каждой точке пространства от всех масс. Анализ следствий из этого положения привел в XIX в. к представлениям о так называемом гравитационном парадоксе.

Закон Ньютона не был теоретическим в современном смысле этого слова. Формула Ньютона представляла собой математическое описание опытного факта.

Единодушного восторга ученые отнюдь не выразили. Одни не признавали закон из-за его чрезмерной простоты, другие – из-за чрезмерной сложности пути, по которому Ньютон пришел к своему закону. Конкретное возражение против Закона всемирного тяготения было опубликовано в 1745 году. Французский математик и астроном Алексис-Клод Клеро утверждал, что некоторые детали вычисленной им орбиты Луны требуют исправления Закона всемирного тяготения.

Христиан Гюйгенс (1629–1695), которого сам Ньютон называл великим ученым, изобретатель часов с маятником, сделавшим чрезвычайно много и для уяснения того, по каким законам происходит падение тел, и для прояснения роли центробежной силы вращения Земли, – тот самый Гюйгенс сначала называл Закон всемирного тяготения абсурдным, а чуть позже – маловероятным. Спустя почти шестьдесят лет после того, как Ньютон опубликовал свой закон, величайший математик эпохи Леонард Эйлер выражал сомнения в универсальности и даже точности этого закона.

Главным недостатком Закона всемирного тяготения всегда оставалось то обстоятельство, что этот закон не опирался на представления о механизме тяготения, о причинах, по которым тела притягиваются друг к другу.

Получалось, что массы взаимодействуют на расстоянии безо всяких к тому причин. Это действие на расстоянии («action in distance») никак не объяснялось. Поэтому некоторыми учеными были предложены другие формулировки закона с объяснением причин наблюдаемых явлений. Гюйгенсом, в частности, была разработана гипотеза, опирающаяся на представления об эфирных вихрях, удерживающих планеты на их орбитах. Действие на расстоянии при этом устранялось, механизм был хорошо понятен, а формульные выражения соответствовали наблюдениям за положениями планет.

Большая часть XVIII в. и весь XIX в. были для Закона всемирного тяготения временем величайшего торжества. Когда в 1759 г. к Земле подошла комета, примерная дата появления которой была предсказана англичанином Галлеем, а затем уточнена французом Клеро, это событие стало всемирным торжеством науки. А в 1798 г. английский физик и химик Генри Кавендиш проверил Закон всемирного тяготения уже не «на небе», а на Земле, проверил его соблюдение на притяжении обычных земных предметов не к нашей планете, а друг к другу.

На кварцевой нити он подвесил коромысло с двумя маленькими шариками. Заранее промерил, какие усилия нужны, чтобы на тот или иной угол закрутить нить. Потом поднес к шарикам два больших свинцовых шара так, чтобы один из них оказался у одного конца и по одну сторону от коромысла, а другой – у другого и по другую сторону. Нить закрутилась – насколько именно, было уже вовсе легко измерить благодаря чрезвычайно остроумной идее Кавендиша.

Посредине коромысла было укреплено легкое зеркальце. На него падал луч света, отражался и приходил на «подставленную» измерительную шкалу. Поворот коромысла определялся тем, на какое именно деление шкалы падал отраженный луч. Дальше совсем просто оказалось составить пропорцию между силой воздействия на шарики массы свинцовых шаров и массы планеты.

И все-таки, несмотря на все победы, на Законе всемирного тяготения лежала мрачная тень, с самого момента его рождения. Этой тенью было вытекающее из

закона мгновенное дальнодействие. Сила тяготения мгновенно, с бесконечной скоростью передавалась на любые расстояния, при этом совершенно неясно, как она преодолевала пространство. Сила передается телу воздействием на него другого тела – это положение было аксиомой для Галилея, на него опираются законы механики самого Ньютона, а вот Закон всемирного тяготения Ньютона выкидывает прочь эту аксиому.

Для самого Ньютона это было драмой, которую можно назвать «трагедией дальнодействия». В первом издании «Математических начал» он был настолько осторожен, что заявлял: все происходит так, (как будто) все тела взаимно притягиваются строго по формуле его закона. Такая осторожность, наверное, прежде всего диктовалась тем, что Ньютон делал фантастических масштабов обобщения, подчинял одним и тем же закономерностям явления на Земле и в космосе. Но немалую роль в обращении к сослагательному наклонению должно было сыграть и отсутствие представления о механизме тяготения.

Ко второму изданию «Начал» взгляды Ньютона окончательно сложились, и «как будто» в приложении к Закону всемирного тяготения исчезло из его труда.

Известно увлечение Ньютона во второй половине жизни богословскими проблемами. Впрочем, для Ньютона «личное вмешательство» высших сил в механизме тяготения не было в конечном счете обязательным и серьезным. Еще до первого издания «Начал» он искал решение проблемы и, как ему казалось, нашел. В 1679 г. в письме Роберту Бойлю, тогдашнему президенту Лондонского Королевского общества, было впервые выдвинуто предположение об эфире, некоем вездесущем тонком веществе, имеющем разную плотность. Чем ближе то или иное тело к центру тяготения, тем более «тонкие» частицы эфира заполняют поры тела, вытесняя частицы более грубые. Насыщение частицами эфира и есть механизм, заставляющий тело падать на Землю.

В первое издание «Начал» эти предположения не попали. Но они появились во втором издании другой работы Ньютона «Оптики». А последний абзац «Начал» в их окончательной форме гласит:

«Теперь следовало бы кое-что добавить о некотором тончайшем эфире, проникающем во все сплошные тела и в них содержащемся, коего силою и действием частицы тел при весьма малых расстояниях взаимно притягиваются, а при соприкосновении сцепляются. ... Но это не может быть изложено вкратце, к тому же нет и достаточного запаса опытов, коими действия этого эфира были бы точно определены и показаны».

Массу вещей объясняет здесь Ньютон «силою и действиями» эфира. Но в этом списке нет тяготения. Для тяготения Ньютон отказался искать причину в действиях эфира. Несколькими строчками раньше он просто констатировал, что «эта сила происходит от некоторой причины, которая проникает до центра Солнца и планет без уменьшения своей способности...»; далее, напомнив свойства силы тяготения, написал свое знаменитое:

«Причину же этих свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, гипотез же я не измышляю».

В XVIII–XIX вв. появляются все новые и новые предположения ученых разных стран, долженствовавшие объяснить причину тяготения. По мнению швей-

царского математика Иоганна Бернулли, некое вещество, бесконечно тонкое, выбрасывается во все стороны из центров вихрей космических (где образуются солнца), затем оно сгущается в капли и возвращается обратно к центрам вихрей. По пути это тонкое вещество проникает в поры всех обычных тел и увлекает эти тела в своем центростремительном движении.

Французский физик XVIII в. Лесаж тоже прибег к помощи «сверхтонкой материи», ультрамалых частиц, которые носятся в пространстве во всех направлениях, «толкая» встречающиеся на их пути обычные тела. Два тела притягиваются друг к другу постольку, поскольку они защищают друг друга от части этих толчков: каждое тело получает меньше ударов с той стороны, которой оно обращено к другому, вот так и возникает сила тяготения.

Двести пятьдесят лет физики, как они ни восхищались Ньютоном, только «сжав зубы», терпели дальнодействие. Но развитие физики все решительнее требовало пересмотра положений мировой механики Ньютона.

Представления о том, что Закон всемирного тяготения не совсем корректен, обострились после того, как в середине XIX в. немецкие ученые К.Нейман и Х.Зелигер определили, что Закон всемирного тяготения Ньютона не дает какого-либо разумного ответа на вопрос о гравитационном поле, создаваемом бесконечной системой масс, заполняющих бесконечное мировое пространство. Эти сомнения, как представляют современные ученые, были развеяны с появлением Общей теории относительности Эйнштейна.

5.2. Представления о гравитации в XX веке

В XX столетии в представлениях о законах гравитационного взаимодействия не изменилось практически ничего. По-прежнему все расчеты небесной механики основываются на статической формуле Закона всемирного тяготения Ньютона, и эти расчеты подтверждаются с высокой точностью. Однако в понимании природы сил тяготения произошли существенные изменения.

Если до начала XX столетия ученые выдвигали гипотезы о физических причинах, порождающих притяжение тел друг к другу, то в XX столетии, в связи с появлением Общей теории относительности Эйнштейна («теории гравитации»), поиски физических причин тяготения были заменены рассуждениями об относительности движения и о «кривизне пространства», которое вызывают гравитационные массы. А задача нахождения физических причин тяготения тел друг к другу была отправлена в архив как не состоятельная.

«Нам уже ясно, что Земля на самом деле движется, хотя это нам не кажется, ибо мы ощущаем движение лишь при сравнении с неподвижной точкой. Если бы кто-нибудь не знал, что вода течет, не видел бы берегов и был бы на корабле посреди вод, то как мог бы он понять, что корабль движется? На этом же основании, если кто-нибудь находится на Земле, на Солнце или на какой-нибудь другой планете, ему всегда будет казаться, что он на неподвижном центре и что все остальные вещи движутся».

Так писал в первой половине XV в. Николай Кузанский, кардинал католи-

ческой церкви и крупный ученый. Это, пожалуй, первое в мире четкое изложение принципа относительности.

Первым человеком, обосновавшим принцип относительности, стал Галилео Галилей. Суть принципа относительности Галилея, а в последующем и частного принципа относительности Эйнштейна проста: можно говорить только об относительной скорости, абсолютная скорость в нашем мире – абстракция. Это понятие лишено смысла. Все системы отсчета при равномерном движении равноправны.

Однако здесь следует сделать существенное замечание. Из приведенного принципа относительности вытекает, что взаимодействие между телами определяется лишь их взаимной относительной скоростью. Такое предположение можно допустить только в том случае, если между этими телами отсутствует среда – переносчик сил взаимодействия. Если же такая среда существует, то недостаточно учитывать только взаимные скорости тел – нужно обязательно учитывать скорость движения каждого тела относительно среды. Провозглашение равноправности систем отсчета автоматически означает отказ от промежуточной среды, обеспечивающей взаимодействие тел, фактически это означает отказ от механизма их взаимодействия и возврат все к тому же пресловутому «действию на расстоянии».

Дальнейшая эволюция представлений о тяготении связана со все большим абстрагированием от физической сущности явления.

ОТО (Общая теория относительности) – «теория гравитации» была создана А.Эйнштейном в 1916 г. на основе Специальной теории относительности, созданной на 11 лет раньше.

Если Специальная теория относительности рассматривала особенности изменения параметров и взаимодействия тел, движущихся с околосветовыми скоростями, то Общая теория относительности распространила положения СТО на явления гравитации. При этом в основу всех рассуждений ОТО изначально положен инвариант (неизменный при любых преобразованиях параметр) – четырехмерный интервал, определяемый соотношением:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - (cdt)^2 = \text{const},$$

где c – скорость света.

Теория относительности продекларировала, что скорость распространения любого взаимодействия, в том числе и гравитации, не может быть больше, чем скорость света.

Согласно логике Общей теории относительности при наличии потенциала гравитационного поля пространство становится не евклидовым, а искривленным, и степень этой кривизны определяется потенциалом тяготения. Тела в таком пространстве движутся по криволинейным траекториям. Даже свет в криволинейном пространстве испытывает отклонение.

Далее устанавливается тензорное выражение, описывающее пространство в области действия потенциалов тяготения, из них свойство кривизны пространства-времени, а из этой кривизны объясняется, что тяготение является следствием этой кривизны. Таким образом, тяготение объясняется наличием массы в пространстве, которое искривляется и заставляет другие массы притягиваться к телу, исказившему пространство.

Несмотря на то что многие ученые подобное объяснение тяготения считают удовлетворительным, на самом деле никакого физического механизма Общая теория относительности не предлагает. Жонглирование тензорами не вскрывает никакого физического механизма причин тяготения, представления об искривлении пространства заставляют поставить вопрос, относительно чего искривляется пространство, а приравнивание скорости света скорости распространения тяготения вообще является произволом. Произволом является вообще использование скорости света – электромагнитной величины в теории тяготения, которое является другим фундаментальным взаимодействием, не электромагнитным, константы этих взаимодействий различаются на 36 порядков, и свет как физическое явление никакого отношения к гравитации не имеет.

Далеко не все в порядке у ОТО и со скоростью распространения гравитации. Поскольку у Ньютона в его Законе отсутствует запаздывание, то тем самым утверждается, что скорость распространения гравитации бесконечно велика. У Эйнштейна она равна скорости света, и это никак не обосновывается. Между тем П.С.Лапласом еще в 1787 г. на основании изучения вековых ускорений Луны было показано, что скорость распространения гравитации не менее чем в 50 миллионов раз выше скорости света, а весь опыт небесной механики, базирующейся на статических формулах Ньютона, предполагающих бесконечно большую скорость распространения гравитации, в пределах достигнутых точностей измерения не находится в противоречии с опытными данными. Таким образом, утверждения Эйнштейна о том, что скорость распространения гравитации равна скорости света опровергается опытом.

5.3. Проблемы теоретической гравитации

На основании вышеизложенного приходится констатировать, что положение в области теории тяготения остается неудовлетворительным, так как:

1. Никакой общепризнанной физической теории тяготения, т.е. теории, объясняющей природу механизма тяготения, до сих пор не создано, т.к. ни законы тяготения Ньютона, ни Общая теория относительности Эйнштейна не раскрывают механизма тяготения, а другие теории официальной наукой не рассматриваются;

2. Распространение Всемирного закона тяготения Ньютона на всю бесконечную Вселенную приводит к так называемому гравитационному парадоксу, согласно которому гравитационный потенциал в любой точке Вселенной оказывается бесконечно большим. На этом фоне становятся неопределенными вообще какие бы то ни было взаимодействия тел.

3. Распространение в соответствии с Общей теорией относительности Эйнштейна значения скорости света на скорость распространения гравитации находится в противоречии со всем опытом небесной механики, оперирующей в пределах достигнутых точностей статическими формулами Ньютона, т.е. формулами, предполагающими бесконечно большую скорость распространения гравитации.

4. Никакой признанной наукой физической теории гравитации, т.е. теории, вскрывающей физический механизм гравитации, не существует. Сам Закон все-

мирного тяготения Ньютона, как и любой «закон», отражающий частный вид взаимодействия, не должен рассматриваться как окончательно установленный и не подлежащий корректировке, тем более что имеются опытные данные небесной механики, не укладывающиеся в этот закон, например, орбита Плутона существенно отличается от рассчитанной по закону Ньютона.

Таким образом, исследования по разработке физической теории тяготения должны быть возобновлены. Это можно сделать только на основе восстановления представлений о мировой среде – эфире, являющемся переносчиком гравитационного взаимодействия тел в мировом пространстве.

Литература к главе 5.

1. Белый Ю.А. Иоганн Кеплер. М., Наука, 1971, 295 с.
2. Идельсон Н.И. Закон всемирного тяготения и теория движения Луны. В сб. Исаак Ньютон. М.-Л., АН СССР, 1943, с.161 – 210.
3. Крылов А.Н. Ньютон и его значение в мировой науке. В сб. Исаак Ньютон. М.-Л., изд-во АН СССР, 1943, с. 5–32.
4. Ломоносов М.В. О тяжести тел. Собр. соч. М., изд-во АН СССР, 1950, т. 1.
5. Мимонов В.К., Сагатаев М.У. Гравитационная постоянная в астрономии. М., Знание, 1985, 64 с.
6. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. Пер. с лат. А.Н.Крылова. Собр. тр. ак. А.Н.Крылова, т. 7. М.-Л., изд-во АН СССР, 1936, 697 с.
7. Подольный Р.Г. Чем мир держится? М., Знание, 1978, 192 с.
8. Сретенский Л.Н. Ньютонова теория приливов и фигуры Земли. В сб. Исаак Ньютон. М.-Л., АН СССР, 1943, с. 211–234.

Глава 6. КОСМОЛОГИЯ И КОСМОГОНИЯ

«...Изыскание о строении мира - одна из самых великих и благородных проблем, какие только существуют в природе».

Г.Галилей. Избранные труды

6.1. Краткая история представлений о Вселенной

6.1.1. Представления о Вселенной в древности

Космология – учение о бесконечной Вселенной как о связанном едином целом и о всей охваченной наблюдениями области мира как о части Вселенной. Это учение всегда составляло неотъемлемую часть астрономии и в последние десятилетия складывается в самостоятельный ее раздел, связанный с физикой. При рассмотрении изменений, происходящих во Вселенной, космология близко соприкасается с космогонией, изучающей происхождение и развитие космических тел и их систем – звезд, звездных скоплений, галактик, туманностей.

Астрономическую и физическую основу современной космологии составляют, во-первых, данные наблюдений, касающиеся строения и свойств известной нам части Вселенной, дополняемые данными о строении вещества, и, во-вторых, знания о физических законах взаимодействия и движения материи. В своих обобщениях космология по существу направляется философией и не может быть последовательно научной без философской основы, содержащей правильную теорию познания и раскрывающей общие закономерности материи и ее движения.

На протяжении всей истории естествознания космология являлась ареной ожесточенной, часто весьма драматической борьбы материалистических и идеалистических концепций. Не прекращена эта борьба и сейчас, и она даже обострилась в связи с общим кризисом современной теоретической физики.

Космогония – область науки, изучающая происхождение и развитие космических тел и их систем: звезд и звездных систем, галактик, туманностей, Солнечной системы и всех входящих в нее тел – Солнца, планет (включая Землю), их спутников, астероидов (или малых планет), комет, метеоритов.

Космогонические гипотезы XVII – начала XIX вв. относились главным образом к происхождению Солнечной системы. Лишь в XX в. развитие наблюдательной и теоретической астрофизики и физики позволило начать серьезное изучение происхождения и развития звезд, а в 60-х годах началось изучение происхождения и развития галактик.

Вопрос об устройстве окружающего нас мира как доступного исследованию, так и неподвластного ему, занимал человечество с древнейших времен на всех этапах развития знания. Эти проблемы всегда были связаны с наблюдательной астрономией.

Астрономия как наука зародилась в глубокой древности, но до нас дошли

лишь отдельные ее отголоски. Астрономические знания Древнего Китая состояли в определении времени и положения среди звезд точек равно действий и солнцестояний и наклонения эклиптики к экватору. В I в. до н.э. уже были известны точные синодические (относительно звезд) периоды движения планет. В Индии была составлена система летосчисления, в которой большую роль играло движение Юпитера. В Древнем Египте по наблюдениям звезд определяли периоды весенних разливов Нила, обусловливающих сроки земледельческих работ; в Аравии, где из-за дневной жары многие работы совершались по ночам, существенную роль играли наблюдения фаз Луны. У многих народов, в частности в странах ислама, с периодичностью небесных явлений, главным образом, фазами Луны был связан религиозный культ.

Весьма точные астрономические наблюдения за планетами производились и передавались последующим поколениям уже в самой глубокой древности. Благодаря этому египтяне за 28 веков до н.э. определили продолжительность года в 365 1/4 суток. Период чередования лунных фаз был известен с точностью до нескольких минут. Период повторяемости солнечных затмений, составляющий 18 лет 10 дней и названный саросом, был известен уже в VI в. до н.э. Все эти сведения были получены на основе многовековых наблюдений учеными древнего Китая, Египта, Индии и Греции.

Звезды, как бы прикрепленные к небу, считались неподвижными. Но уже в незапамятные времена стали известны 7 подвижных светил: Солнце, Луна и 5 планет, которым были присвоены имена римских божеств – Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. В их честь были установлены 7 дней недели, названия которых в ряде языков до сих пор отражают это. Проследить движение по звездному небу Луны и планет было нетрудно, т.к. они видны ночью на фоне окружающих звезд. Установить такое движение Солнца помогли наблюдения ярких звезд, которые появлялись перед восходом Солнца на фоне утренней зари (т.н. гелиактические восходы). Путь Солнца пролегал по наклонному к экватору большому кругу небесной сферы, названному эклиптикой, с годичным периодом. Расположенные вдоль этого круга небесные созвездия получили название зодиакальных (от греч. zoon – животное), т.к. многие из них имеют имена живых существ (Овен, Телец, Рак, Лев и др.). У большинства народов таких созвездий было 12. Луна и планеты также движутся по зодиакальным созвездиям, хотя и могут отходить от эклиптики на несколько угловых градусов в обе стороны.

Наиболее развитые представления о Вселенной, космосе и его законах сформировались в период расцвета государств Древней Греции, где были созданы условия для систематических научных исследований. В еще нерасчлененной стихийно-диалектической науке (философии) древних греков учения о бесконечности Вселенной и бесконечности миров, о вечности Вселенной, о движении Земли вокруг Солнца противостояли господствовавшему тогда учению о пространственной ограниченности материальной Вселенной, основанному на геоцентрической системе мира. Именно противостояние двух концепций устройства мира – гелио- и геоцентрической – ознаменовало период развития древней науки и философии и определило направление исследований в области космологии до того момента, пока столь естественная и понятная нам гелиоцентрическая система не победила в долгой

и упорной борьбе длительностью в тысячелетия, и здесь главенствующую роль сыграло развитие научных методов познания, основанных на опыте и эксперименте.

В своих сочинениях Птолемей отмечал, что «некоторые философы выдвигают систему, достойную, по их мнению, большего доверия, и склоняются к мысли, что можно без противоречия считать небосвод неподвижным, а Земле приписать вращение с Запада на Восток», но сам пытается примитивными доводами это опровергнуть.

Кто были те философы, которые высказывались о вращении Земли, Птолемей не указывает. Однако можно с большой уверенностью предполагать, что эти высказывания принадлежали представителям пифагорейских школ в Южной Италии между V и III вв. до н.э. Учение Гераклида Понтийского признавало суточное вращение Земли и вводило первые гелиоцентрические представления в свою «систему мира». Ему приписывают слова, что «Земля некоторым образом движется, а Солнце покоится». Аристарх Самосский «принял допущение, что звездная сфера и Солнце неподвижны, но что Земля обращается по окружности, центром которой служит Солнце» – пишет Архимед в своем знаменитом сочинении «Исчисление песчинок». При этом центр звездной сферы не совпадает с центром Солнца, а земная орбита исчезающе мала по сравнению с расстоянием до звезд. Построения Аристарха представляют собой высшее достижение древней гелиоцентрической доктрины.

После общих идей о развитии небесных тел, высказанных еще греческими философами IV–I вв. до н.э. – Левкиппом, Демокритом, Лукрецием, наступил многовековой период господства теологии.

В то время как движение Солнца и Луны всегда происходит в одном направлении – с запада на восток (прямое движение), движение планет гораздо сложнее и временами совершается в обратном направлении (попятное движение). Причудливое движение планет, не укладывающееся в простую схему, это, казалось, говорило о существовании у них личной воли и способствовало их обожествлению древними. В IV в. до н.э. Евдокс Книдский, предшественник Аристотеля, создал теорию геоцентристских сфер (дошедшую до нас лишь в пересказе Аристотеля), согласно которой планета прикреплена к поверхности полой сферы, равномерно вращающейся внутри другой сферы, тоже вращающейся вокруг оси, не совпадающей с осью вращения первой сферы. В центре этих сфер находится Земля. Для представления сложного движения некоторых планет потребовалось несколько концентрических сфер, общее число которых было доведено учеником Евдокса Калиппом до 55.

Учение о геоцентрической системе мира состояло в том, что Земля занимает совершенно исключительное положение во Вселенной, являясь в ней тем единственным неподвижным телом, вокруг которого вращается вся небесная сфера и происходят обращения Луны, Солнца и планет. С этой системой, основанной на первобытных представлениях о незыблемости Земли в пространстве и на фантастических представлениях религий Древнего Востока и классической древности, находились в соответствии установки древней философии и древней науки. Так в одном из диалогов Платона («Федон») Сократ говорит, что по имеющимся учениям «Земля шарообразна и держится в середине небес, так как небо со всех сторон в точности себе подобно, и вес самой Земли совершенно одинаков по всем направлениям».

Вся эта совокупность учений открывала широкий простор развитию геоцентрических схем движения светил, подобные искусственные построения древней науки достигли своего высшего развития во II в. в «Альмагесте» Птолемея, где основной предпосылкой является догмат абсолютной неподвижности Земли в центре мироздания.

Концепцию геоцентрической Вселенной развивал в своих учениях Аристотель (IV в. до н.э.). Для Аристотеля неподвижность Земли есть следствие его учения о тяжести, действием которой все тела устремляются к центру мира, это свойство принадлежит Земле как в целом, так и в отдельных частях, поэтому, будучи выведена из центра мира, Земля стала бы перемещаться к нему.

Космология Аристотеля во многом была отсталой в сравнении с космологией Демокрита и пифагорейцев. Это была геоцентрическая философия, заимствованная частично у более древних ученых. Согласно этой философии Вселенная состояла из ряда концентрических сфер, движущихся с различными скоростями и приводимых в движение крайней сферой неподвижных звезд. «Подлунный мир», т.е. область между орбитой Луны и Землей, есть область беспорядочных неравномерных движений, а все тела в этой области состоят из четырех низших элементов – земли, воды, воздуха и огня. Земля как наиболее тяжелый элемент занимает центральное место, над ней последовательно располагаются оболочки воды, воздуха и огня.

«Надлунный мир», т.е. область между орбитой Луны и крайней сферой неподвижных звезд, есть область вечно равномерных движений, а сами звезды состоят из пятого совершеннейшего элемента – эфира.

Позже, в III в. до н.э. греческий геометр Аполлоний Пергский упростил эту теорию, заменив вращающиеся сферы кругами и этим положил начало теории эпициклов.

Теория эпициклов получила свое завершение в сочинении древнегреческого астронома Клавдия Птолемея (II в. до н.э.).

Клавдий Птолемей, древнегреческий ученый, живший во II в. нашей эры, детально разработал геоцентрическую систему мира, согласно которой все видимые движения небесных светил объяснялись их движением вокруг неподвижной Земли. Им написано основное сочинение «Великое математическое построение астрономии» в 13 книгах, арабизированное название «Альмагест», в котором впервые законы видимых движений небесных светил были установлены настолько, что стало возможным их предвычисление. Исключительно велико было практическое значение этой работы для мореплавания и определения географических координат.

В «Альмагесте» принималось, что все небесные светила движутся по окружностям и притом равномерно. Неравномерные движения планет и изменения направления их движения объясняли, предполагая, что они одновременно участвуют в нескольких круговых равномерных движениях, происходящих в разных плоскостях и с разными скоростями. Земля считалась покоящейся в центре Вселенной.

«Альмагест» Птолемея оставался в течение многих веков фундаментом геоцентрической системы мира. Возникновение христианства с его догматизмом и нашествия варваров привели к упадку естествознания в средние века.

6.1.2. Борьба гелиоцентрических и геоцентрических взглядов на Вселенную и становление классической космологии

В течение тысячелетия в Европе было мало прибавлено, но многое позабыто из того, что было известно ученым античности. Священное писание являлось каноном, из которого черпались ответы на все вопросы. Лишь арабы и примыкающие к ним народы постарались новыми наблюдениями уточнить старые астрономические данные.

Возражения против системы Птолемея вплоть до эпохи Возрождения были единичны и случайны; так, в V в. компилятор Марциан Капелла в одной из глав своей обширной энциклопедии вновь выдвигает систему Гераклида; в X веке один из крупнейших представителей среднеазиатской культуры Бируни из Хорезма (973–1048), возвращаясь к мыслям Аристарха, говорит в своих «Основах астрономии» о движении Земли; в XV в. Николай Кузанский (1401–1464) допускал движение Земли-планеты.

Для развития науки нужна была прикладная потребность, нужна была новая ступень в развитии производства и торговли, стимулирующих географические открытия, развитие наблюдательной астрономии, нужен был тот глубокий переворот в технике, науке и культуре, который начался в XVI в. в связи с приближением эпохи капитализма. Эта эпоха породила «титанов по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености», так выразился Ф.Энгельс в «Диалектике природы». Одним из таких титанов был выдающийся польский ученый Николай Коперник (1473–1543).

В связи с развивающимся мореплаванием и географическими исследованиями потребовалось уточнение знаний положения звезд и планет, и «Альмагест» был переведен на латинский язык. Все это благоприятствовало тому, что польский ученый и астроном Н.Коперник, познакомившись в Краковском университете и затем в Италии со всеми подробностями теории эпициклов, по возвращении в Польшу произвел полный переворот в астрономии, вскрыв истинное строение Солнечной системы с Солнцем в центре и движущимися вокруг него планетами, в том числе и Землей вместе с Луной. Коперник во всех деталях разработал и обосновал гелиоцентрическую систему мира и последовательно изложил ее в сочинении «Об обращении небесных сфер» (Нюрнберг, 1543). Этот труд дал ключ к познанию Вселенной в ее действительном строении, а не в виде математической абстракции.

Сочинение Коперника «Об обращении небесных сфер» – одно из выдающихся произведений в истории науки. Именно с него, по выражению Ф.Энгельса, «...начинает свое летоисчисление освобождение естествознания от теологии». К решению проблемы движения небесных тел Коперник подошел с двумя совершенно новыми тезисами. Коперник утверждал, что «То, что нам представляется как движение Солнца, происходит не от его движения, а от движения Земли и ее сферы, вместе с которой мы обращаемся вокруг Солнца, как любая другая планета. Так, Земля имеет более чем одно движение. Видимые прямые и попятные движения планет происходят не в силу их движения, но движений Земли. Таким образом, одного лишь движения Земли достаточно для объяснения многих видимых неравенств не небе».

«Сфера неподвижных звезд, – писал Коперник, – включает самое себя и все остальное. Поэтому она неподвижна как место Вселенной, по отношению к которой определяется движение и положение всех остальных светил, в совокупности взятых». Второе положение новой науки – это требование истинности научных построений в смысле их соответствия объективному, независимо от человека существующему порядку явлений природы.

Коперник установил не только последовательность, но и численные значения расстояний всех пяти тогда известных планет от Солнца, принимая за единицу расстояние от Солнца до Земли. Этим он решает задачу, которая не могла быть решена в рамках птолемеевой системы.

Переворот, совершенный в науке Н.Коперником, положил начало дальнейшему развитию знаний о строении Вселенной. В 1583 г. Тихо Браге предложил геогелиоцентрическую систему мира, связав геоцентрическую систему Птолемея и гелиоцентрическую систему Коперника. В 1596 г. в защиту гелиоцентрической системы Коперника выступил Иоганн Кеплер, пытавшийся объяснить закономерность относительных размеров всех планетных орбит в Солнечной системе. Обработав многолетние наблюдения Тихо Браге, И.Кеплер нашел основные кинематические законы движения планет (начало XVII в.).

После появления таблиц Коперника и особенно Кеплера труд Птолемея, в котором видели, главным образом, опору геоцентрических взглядов, потерял свое значение.

Однако Вселенная, по Копернику,– это мир в скорлупе, а сама его теория включает немало пережитков средневекового мировоззрения, но прошло всего несколько десятилетий, и Джордано Бруно, итальянский ученый, разбил коперниканскую «скорлупу» неподвижных звезд. Бесстрашный борец за новое мировоззрение, сожженный в Риме в 1600 г., он оставил нам идеи, надолго опередившие развитие космологии.

Бруно считал звезды далекими солнцами, согревающими бесчисленные планеты других планетных систем. По его убеждению, «только глупец может думать, что могучие и великолепные мировые системы, заключающиеся в беспредельном пространстве, лишены живых существ и не содержат ничего иного, кроме света, который они посылают на Землю». Впервые после Коперника прозвучала беспредельно смелая в те времена мысль Бруно о пространственной бесконечности Вселенной.

«Я полагаю, что Вселенная бесконечна, – писал Бруно. – Я утверждаю, что существует бессчетное число миров, подобных миру Земли. Я полагаю, что Земля есть светило и что ей подобны Луна и другие светила, число которых бесконечно, и что все эти небесные тела образуют бесконечность миров. Они составляют бесконечное целое в бесконечном пространстве, бесконечную Вселенную, то есть Вселенную, заключающую в себе бесконечное множество миров».

Идеи Бруно намного обогнали его век. Но Бруно не мог привести ни одного факта, который бы подтверждал его космологию бесконечной, вечной и населенной Вселенной.

Прошло десятилетие, и Галилео Галилей в изобретенный им телескоп увидел в небе то, что оставалось сокрытым для невооруженного глаза. Горы на Луне на-

глядно доказывали, что Луна и в самом деле есть мир, похожий на Землю. Спутники Юпитера, кружащиеся вокруг величайшей из планет, походили на наглядное подобие Солнечной системы. Смена фаз Венеры не оставляла сомнений в том, что эта освещенная Солнцем планета действительно обращается вокруг него. Наконец, множество невидимых глазом звезд во всех уголках звездного неба и особенно звездная россыпь, составляющая Млечный Путь, – разве все это не подтверждало учение Бруно о «бесчисленных солнцах» и «бесчисленных землях»? С другой стороны, темные пятна, увиденные Галилеем на поверхности Солнца, опровергли учение Аристотеля и других древних философов о «неприкосновенной чистоте небес». Небесные тела оказались похожими на Землю, а это сходство земного и небесного заставляло постепенно отказаться от ошибочного представления о Солнце как центре Мироздания.

Современник и друг Галилея Иоганн Кеплер уточнил законы движения планет, подготовив в 1604–1605 гг. рукопись «Новая астрономия», с открытыми им в результате анализа многолетних наблюдений Тихо Браге за движением Марса двумя законами планетных движений (движение планеты происходит по эллиптической орбите, в одном из фокусов которой находится Солнце, а векториальная скорость орбитального движения планеты вокруг Солнца остается постоянной). К 1616 г. Кеплер установил справедливость двух найденных законов для всех остальных известных тогда планет и в 1618 г. впервые представил правильное описание строения Солнечной системы. Тогда же он открыл третий закон планетных движений (пропорциональность квадратов периодов обращения планет вокруг Солнца кубам больших полуосей их эллиптических орбит), объединив тем самым теорию движения планет в одно стройное целое.

В 1686 г. вышла книга Исаака Ньютона (1643–1727) «Математические начала натуральной философии», в которой он доказал, что все тела во Вселенной независимо от размеров, химического состава, строения и других свойств взаимно тяготеют друг к другу , и вывел закон этого тяготения. Космология Ньютона вместе с успехами астрономии XVIII и XIX вв. определила то мировоззрение, которое иногда называют классическим. Суть его сводится к следующему.

Вселенная бесконечна в пространстве и во времени, иначе говоря, она вечна. Основным законом, управляющим развитием небесных тел, является Закон всемирного тяготения. Пространство никак не связано с находящимися в нем телами, оно играет лишь пассивную роль «вместилища» для небесных тел. Исчезни вдруг все они, пространство и время сохранились бы неизменными. Количество звезд, планет и звездных систем во Вселенной бесконечно велико. Каждое небесное тело проходит длительный путь жизни. И на смену погибшим или, точнее говоря, погасшим звездам вспыхивают новые, молодые, солнцеподобные светила. Хотя детали возникновения и гибели небесных тел оставались неясными, еще в начале текущего века господствовала уверенность, что бесконечности Вселенной в пространстве гармонично соответствует ее вечность во времени.

Важно подчеркнуть, что по классическим представлениям рождение и гибель миров в целом не изменяет облик структуры Вселенной. Ныне, миллиард лет назад, спустя биллионы лет в будущем она останется, в сущности, одной и той же. Неизменность космоса как бы подчеркивала бренность, непостоянство всего земного.

Таким образом, классическая механика привела к представлениям о стационарности Вселенной. В ней могут происходить самые разнообразные процессы, но в целом она всегда сохраняется одной и той же. Идея стационарности Вселенной просуществовала в естествознании фактически до 20-х годов XX столетия, хотя уже в середине XIX столетия к ней были предъявлены претензии, связанные с так называемыми космологическими парадоксами.

6.2. Космологические парадоксы

Фотометрический парадокс

Первая брешь в этой спокойной классической космологии была пробита еще в XVIII в. В 1744 г. швейцарский астроном Ж.Шезо, известный открытием необычной «пятихвостовой» кометы, высказал сомнение в пространственной бесконечности Вселенной. В ту пору о существовании звездных систем и не подозревали, а потому рассуждения Шезо касались только звезд.

Если предположить, утверждал Шезо, что в бесконечной Вселенной существует бесчисленное множество звезд и они распределены в пространстве равномерно, то тогда по любому направлению взгляд земного наблюдателя непременно натыкался бы на какую-нибудь звезду. Легко подсчитать, что небосвод, сплошь непрерывно усеянный звездами, имел бы такую поверхностную яркость, что даже Солнце на его фоне выглядело бы черным пятном! Независимо от Шезо в 1826 г. к таким же выводам пришел известный немецкий астроном Г.Ольберс. Это парадоксальное утверждение получило в астрономии наименование фотометрического парадокса Шезо-Ольберса. Таков был первый космологический парадокс, поставивший под сомнение бесконечность Вселенной.

Избавиться от него пытались по-разному. Можно допустить, например, что звезды распределены в пространстве неравномерно. Но тогда в некоторых направлениях на звездном небе было бы видно мало звезд, а в других, если звезд бесчисленное множество, их совокупная яркость создавала бы бесконечно яркие пятна, чего, как известно, нет. Когда открыли, что межзвездное пространство не пусто, а заполнено газово-пылевыми облаками, некоторые ученые стали считать, что такие облака, поглощая свет звезд, избавляют нас от фотометрического парадокса. Однако в 1938 г. академик В.Г.Фесенков доказал, что, поглотив свет звезд, газово-пылевые туманности вновь переизлучают поглощенную ими энергию, а это не избавляет нас от фотометрического парадокса. Таким образом, вопрос на многие годы оставался открытым.

Гравитационный парадокс

В конце XIX в. немецкий астроном Х.Зелигер обратил внимание и на другой парадокс, неизбежно вытекающий из представления о бесконечности Вселенной. Нетрудно подсчитать, если опираться на Закон всемирного тяготения Ньютона, что в бесконечной Вселенной с равномерно распределенными в ней

небесными телами сила тяготения со стороны всех тел Вселенной на данное тело оказывается бесконечно большой или неопределенной. Результат зависит от способа вычислений, причем в этом случае относительные скорости небесных тел могли бы быть бесконечно большими. Так как ничего похожего в космосе не наблюдается, Х.Зелигер сделал вывод, что количество небесных тел ограничено, а значит, Вселенная не бесконечна.

Одно время казалось, что выход из затруднения найден. Если звезды образуют звездные системы, те – галактики, те, в свою очередь, сверхгалактики и так до бесконечности, то в такой модели Вселенной, предложенной Ламбертом и Шарлье, мироздание будет состоять из иерархии материальных систем разных масштабов. Можно показать, что в такой «иерархической» Вселенной, несмотря на ее беспредельность, гравитационный парадокс, так же, как и фотометрический, будет отсутствовать.

Однако наблюдения показали, что, по крайней мере, в пределах доступной нам части Мироздания Вселенная не соответствует схеме Ламберта-Шарлье, и, таким образом, гравитационный парадокс разрешен не был.

Термодинамический парадокс

В середине прошлого века был открыт великий закон Природы – Закон сохранения энергии: при всех своих превращениях из одного вида в другой энергия не исчезает и не возникает из ничего. Общее количество энергии остается постоянным. Этот закон, множество раз проверенный опытом, практикой, и ныне считается основным законом Природы.

Термодинамика – раздел физики, изучающий природу тепловых процессов и различные превращения тепловой энергии. То, что тепловая энергия, как и другие виды энергии, не исчезает при своих превращениях и не возникает из ничего, есть частное выражение Первого закона («Первого начала») термодинамики. Но в термодинамике существует Второй закон, говорящий не о количестве энергии, а об ее качестве.

Второй закон термодинамики состоит в том, что при всех превращениях различные виды энергии в конечном счете переходят в тепло, которое, будучи предоставлено себе, рассеивается в мировом пространстве. Тепло может переходить только от более нагретого к менее нагретому телу. И когда все температуры уравняются, все процессы остановятся и наступит всеобщая смерть. Ее так и назвали – «Тепловая Смерть».

В ходе рассуждений о «Тепловой Смерти» немецкий физик Р.Клаузиус, сформулировавший проблему в 1850 г., ввел некоторую математическую величину, названную им энтропией. В буквальном переводе с греческого «энтропия» означает «обращение внутрь», то есть замыкание в себе, неиспользование. По существу же энтропия есть мера беспорядка в какой-либо системе тел. Чем больше беспорядок, тем больше и энтропия. По утверждению Клаузиуса, энтропия всюду в мире в конечном счете только возрастает. Мир неуклонно стремится к полному беспорядку, его энтропия стремится к максимуму.

«Чем больше Вселенная приближается к этому предельному состоянию, в котором энтропия достигнет своего максимума, тем меньше поводов к дальнейшим изменениям, – писал Клаузиус. – А если бы это состояние было наконец вполне достигнуто, то прекратились бы все изменения и Вселенная застыла бы среди вечного покоя».

Ошеломляющее впечатление, произведенное на естествоиспытателей прошлого века Вторым законом термодинамики было особенно сильным еще и потому, что вокруг себя, в окружающей нас Природе они не видели фактов, его опровергающих. Наоборот, казалось, все подтверждало мрачные прогнозы Клаузиуса.

Ни один материалист, твердо знающий, что Вселенная не может иметь конца, не мог согласиться с подобной точкой зрения. На опровержение Второго закона термодинамики были брошены силы всех материалистически мыслящих крупных ученых. Шведский ученый С.Аррениус писал, что если бы Второй закон имел универсальный характер, ведущий к тепловому вырождению всей Вселенной, «то эта «смерть тепла» за бесконечно долгое время существования мира давно бы уже наступила, чего, однако, не случилось. Или нужно допустить, что мир существует не бесконечно долго и что он имел свое начало, это, однако, противоречит первой части положения Клаузиуса, устанавливающей, что энергия мира постоянна, ибо тогда пришлось бы допустить, что вся энергия возникла в момент творения. Но это для нас совершенно непонятно, и мы должны поискать случая, для которого формула энтропии Клаузиуса не приложима».

Возникла альтернатива: либо отказаться от одного из начал термодинамики, либо в той или иной форме признать возможность парадокса. От начал термодинамики не стали отказываться, ибо они представляют законы, регулирующие процессы, которые протекают в материальном мире. Парадокс же, связанный с утверждениями о далеком прошлом, не представлял «прямой угрозы» известным тогда законам науки, и его разрешение можно было отодвинуть на неопределенное будущее.

В 1895 г. немецкий физик Л.Больцман предложил вероятностную трактовку «Второго начала». Больцман не сомневался, что Вселенная бесконечна в пространстве и времени. Он полагал, что в основном она почти всегда и пребывает в состоянии «Тепловой Смерти». Однако иногда в некоторых ее районах возникают крайне маловероятные отклонения (флуктуации) от обычного состояния Вселенной. К одной из них принадлежит Земля с ее населением и весь видимый нами космос. На Земле, а может быть и где-то еще в космосе, создались условия, благоприятные для возникновения и развития жизни вплоть до стадии «мыслящих существ». Но это лишь случайное и крайне маловероятное отклонение от нормы. В целом же по Больцману, Вселенная – это безбрежный мертвый океан с некоторым количеством островков жизни.

Мрачная гипотеза хотя и подвергла сомнению всеобщность и строгую обязательность «Второго начала», но она не смогла удовлетворить оптимистически мыслящих ученых. Поэтому поиски были продолжены, но они были направлены не на пересмотр исходных положений, приведших к космологичес-

ким «парадоксам», а на изыскание таких построений, которые бы, не затрагивая исходных моментов, дали бы все же вариант выхода из создавшегося тупика.

6.3. Современная космология

Три космологических парадокса – фотометрический, гравитационный и термодинамический – заставили некоторых ученых серьезно усомниться в бесконечности и вечности Вселенной. Эти парадоксы, видимо, психологически подготовили А.Эйнштейна в 1917 г. выступить с гипотезой о конечной, но безграничной Вселенной. Вселенная, по Эйнштейну, содержит хотя и большое, но все-таки конечное число звезд и звездных систем, а потому к ней парадоксы Ольберса и Зелигера не применимы. В то же время могильная плита «Тепловой Смерти» тяготеет и над Вселенной Эйнштейна, она тоже идет к своему концу во времени. Вечность ей не присуща, если, конечно, не учитывать возражений против всеобщности и неотвратимости «Второго начала» термодинамики.

Учение Аристотеля о вечности небес и бренности всего земного (основа средневекового мировоззрения) повлияло и на Эйнштейна, заставив его создать теоретическую модель конечной Вселенной. Эйнштейн понимал, что тяготение космических тел друг к другу в любом случае должно нарушить постоянство Мироздания. Поэтому в свои расчеты он ввел гипотетическую отталкивательную силу, которая должна была обеспечить «неизменность небес».

Пять лет спустя, в 1922 г. советский физик и математик А.Фридман на основании «строгих расчетов» показал, что «Вселенная Эйнштейна» не может быть стационарной и неизменной. Она непременно должна расширяться, причем речь идет о расширении самого пространства, то есть об увеличении всех расстояний мира.

Идея Фридмана о расширяющейся Вселенной поначалу показалась Эйнштейну слишком смелой и необоснованной. Он даже заподозрил, что Фридман ошибся в своих вычислениях. Однако, ознакомившись с ними более внимательно, Эйнштейн публично признал, что Фридман прав и мы, по-видимому, действительно живем в расширяющейся Вселенной.

В начале 20-х годов, когда происходила дискуссия между Фридманом и Эйнштейном, существование других звездных систем, кроме нашей Галактики, еще не было доказано. По случайному стечению обстоятельств в том же 1917 г., когда Эйнштейн предложил ученому миру свою модель конечной Вселенной, американский астроном В.Слайфер завершил важную работу по исследованию спектров 41-й туманности. В 36 случаях линии в спектрах оказались смещенными к красному концу спектра. Это было объяснено принципом Доплера: эти галактики отдаляются от нас. Очень же редкие галактики с фиолетовым смещением, как выяснилось позже, принадлежат к числу самых близких к нам звездных систем.

Когда спустя пять лет идеи Фридмана о расширении Вселенной получили широкое распространение, открытие Слайфера расценили как опытное доказательство реальности раздувающегося Мира.

В 1929 г., измерив «Красное смещение» 36 галактик, американский астроном Хаббл нашел, что скорости разбегания тем больше, чем дальше от нас на-

ходится звездная система. В этом выражается знаменитый «Закон Хаббла», сыгравший большую роль в дальнейшем развитии гипотезы о расширяющейся Вселенной:

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = H\frac{r}{c}.$$

Здесь λ_0 – длина волны света, вышедшего из звезды; λ – длина волны света, дошедшего до наблюдателя; r – расстояние от наблюдателя до звезды; c – скорость света; $H = 3\cdot10^{-18}$ с$^{-1}$ – постоянная Хаббла.

Дальнейшее развитие гипотеза расширяющейся Вселенной получила в послевоенные годы, и особенно в последние десятилетия благодаря исследованиям известных советских космологов Я.Б.Зельдовича и И.Д.Новикова. Уточнены величины, характеризующие скорость расширения Вселенной, рассмотрены различные варианты моделей Вселенной в зависимости от средней плотности вещества в мировом пространстве, а главное, достаточно подробно намечен ход эволюции Вселенной от момента начала ее расширения.

Определение даты начала расширения Вселенной – задача непростая. В 1979 г. известный французский астроном Жак де Вокулер закончил трудоемкую работу по пересмотру и уточнению расстояний до многих галактик. На основании полученных им данных Вокулер подсчитал, что возраст Вселенной близок к 15 миллиардам лет. Именно этот промежуток времени отделяет нашу эпоху от начала расширения, когда вся наблюдаемая нами Вселенная была сжата в комочек, в миллиарды раз меньше булавочной головки. Если верить математическим уравнениям, то в начале расширения радиус Вселенной был и вовсе равен нулю, а ее плотность равна бесконечности. Такое состояние принято называть сингулярным. С него, утверждают сторонники гипотезы расширяющейся Вселенной, и началась история Мироздания.

Зная радиус Вселенной, нетрудно оказалось подсчитать ее объем, он оказался равным 10^{70} куб.км. Средняя плотность вещества во Вселенной оказалась равной 10^{-29} г/см^3 , общая масса доступной наблюдению части Вселеной оказалась в 10^{23} раз больше массы Солнца. Так как массы других галактик в среднем близки к массе нашей Галактики, то в наблюдаемой части Вселенной должно находиться примерно биллион (10^{12}) звездных систем.

По мысли авторов гипотезы, сто лет назад Вселенная была меньше, чем сейчас. Когда-то радиус Вселенной не превышал миллион световых лет. И наконец, 15 миллиардов лет назад вся Вселенная со всем своим веществом и излучением была сжата в объеме, сопоставимым с объемом протона! Плотность ее была чудовищной – 10^{93} г/см^3 .

Средствами современной физики такое состояние описать нельзя. Приходится излагать историю Вселенной не с нуля, а спустя ничтожную долю секунды после начала расширения. В это время температура составляла 10^{32} градуса.

Спустя одну десятитысячную долю секунды после «начала» плотность Вселенной снизилась до 10^{14} г/см^3 . Хотя основную долю массы Вселенной по-пре-

жнему составляет излучение, в ней появляются первые элементарные частицы вещества.

Когда возраст Вселенной достиг одной трети секунды, ее плотность снизилась до 10^7 г/см^3 , а температура до 30 млрд. градусов.

К исходу первой секунды Вселенная увеличилась до размеров, примерно в сто раз превышающих размер Солнечной системы, поперечник которой равен 15 млрд. километров.

Теперь плотность вещества составляет 10^6 г/см^3, а температура – около 10 млрд. градусов. Но еще ничего не напоминает современный космос. Отсутствуют привычные нам атомы и атомные ядра, нет и стабильных элементарных частиц.

Возраст Вселенной – три с половиной минуты. Размеры Вселенной возросли до 40 световых лет (это за три с половиной минуты, а как же быть со скоростью света?!), температура упала до 1 млрд. градусов, плотность уже в сто раз меньше плотности воды. Создались условия, при которых протоны и нейтроны стали объединяться в ядра легких элементов. К концу четвертой минуты Вселенная состоит из 70% водорода и 30% гелия.

Дальнейшая история Вселенной протекала более спокойно. Темп расширения замедлялся, температура постепенно снижалась, так же как и плотность. И через миллион лет температура стала настолько низкой, что протоны и ядра атомов гелия уже могли захватывать свободные электроны и превращаться в нейтральные атомы. Возникают галактики, звезды, планеты. В конце концов через много миллиардов лет Вселенная стала такой, какой мы ее видим сегодня.

Все новейшие открытия в космосе – реликтовое излучение, взрывы сверхновых звезд и т.п. сегодня трактуются астрономами как подтверждения теории расширяющейся Вселенной. Однако появились гипотезы «пульсирующей» Вселенной, которые не противоречат идее ее расширения в данный момент, но обещают последующее ее сжатие вновь в сингулярную точку в некотором будущем.

6.4. Метафизические ошибки современной космологии

Вся так называемая теория современной космологии представляет собой идеалистическую смесь метафизического узаконивания так называемых хорошо установленных нескольких физических «законов», вольной трактовки опытных фактов и ничем не ограниченной фантазии авторов «теории». Это же касается и так называемых космологических парадоксов.

Фотометрический парадокс Шезо-Ольберса основан на идеализации процесса излучения. Уже сам факт «Красного смещения», найденный, правда, позже, говорит о том, что спектры далеких звезд будут сдвинуты и далекие звезды не будут просматриваться в оптическом диапазоне. Потеря энергии фотонами, которые вовсе не представляют собой неизменные во времени образования, неизбежно приведут к тому, что от далеких звездных образований свет просто не будет достигать Земли. Сам оптический метод наблюдений неизбежно наложит ограничения на расстояние до видимых объектов, не зря в обиход введен термин «видимая Вселенная».

Указанные факторы не единственные. Таким образом, появление парадокса вызвано тем, что авторами и их последователями не учитывалась реальная физическая картина процессов. Учет же только этих обстоятельств – «Красного смещения» и потери энергии фотонами при их перемещении в пространстве, свидетельством чему является то же «Красное смещение», полностью снимает проблемы «фотометрического парадокса».

Гравиметрический парадокс Зелигера основан на идеализации Закона всемирного тяготения Ньютона. Однако сам этот закон далеко не безгрешен. Он выведен Ньютоном как причинная основа законов движения планет Кеплера, но сами законы Кеплера были получены на основании наблюдений Тихо Браге только за четырьмя планетами Солнечной системы. Впоследствии оказалось, что Меркурий – самая близкая к Солнцу планета, имеет некоторые небольшие отклонения от закона Ньютона (смещение перигелия), а Плутон – самая отдаленная планета ведет себя так, будто Солнце не находится в одном из фокусов эллипса его орбиты. Вывод же закона тяготения на эфиродинамической основе показывает, что закон Ньютона, достаточно верный для относительно небольших (в космическом масштабе) расстояний (в пределах порядка 100 – 200 а.е.), на больших расстояниях начинает существенно меняться: силы тяготения убывают существенно быстрее, чем квадрат расстояния. Это означает, что планеты притягиваются к Солнцу и друг к другу, а звезды между собой не притягиваются, т.к. сфера действия закона тяготения Ньютона оказалась ограниченной, он оказался не всемирным. А это означает, что никакого бесконечно большого гравитационного потенциала никакие отдаленные массы создавать не могут, и гравитационного парадокса в природе не существует.

Термодинамический парадокс Клаузиуса основан всего лишь на представлении о рассеивании тепловой энергии в пространстве. Между тем существует процесс концентрации энергии, собирания ее из среды в локальную область. Этот процесс обнаружен недавно применительно к формированию газовых вихрей, в частности смерчей, над созданием и энергетикой которых трудится вся атмосфера планеты. При формировании смерча давлением атмосферы происходит уменьшение его радиуса и концентрация энергии, при этом действует закон постоянства момента количества движения. Конечно, этот процесс не вечен, и после формирования смерч начинает терять энергию и рассасываться, возвращая накопленную энергию обратно в атмосферу. Этот процесс никем никогда не учитывался, но именно подобный эфиродинамический процесс имеет место в ядрах галактик, и именно благодаря ему Вселенная существует вечно.

Все процессы, которые рассматриваются как подтверждение теории расширяющейся Вселенной, таковыми не являются хотя бы потому, что один и тот же процесс может рассматриваться с позиций самых разнообразных теорий и иметь самую разнообразную трактовку причин, его вызвавших.

Теория расширяющейся (так же, как и пульсирующей) Вселенной вошла в противоречие с диалектическим материализмом, поскольку материализм предполагает именно вечность Вселенной, ее безграничность и беспредельность. Математические фокусы сторонников «теории» расширяющейся Вселенной

основаны на идеализации математического аппарата, превалировании математики над физикой, игнорировании физических процессов. Место такой «теории» – на свалке.

Задача заключается не в том, чтобы найти некоторые математические выверты, позволяющие в ущерб физическому смыслу построить «теорию» под вымышленные постулаты, а в том, чтобы разобраться с реальными физическими процессами, происходящими во Вселенной, и найти конкретные механизмы, обеспечивающие ее вечное существование в беспредельном и бесконечном пространстве.

Литература к главе 6.

1. Агекян Т.А. Звезды. Галактики. Метагалактика. М., Наука, 1966, 224 с.
2. Азимов А. Вселенная от плоской Земли до квазаров. Пер. с англ. М., Мир, 1969, 349 с.
3. Амбарцумян В.А. Философские вопросы науки о Вселенной. Сб. докладов. Ереван, изд-во АН Арм. ССР, 1973, 426 с.
4. Астрономия, методология, мировоззрение. Сб. ст. под ред. В.А.Амбарцумяна. М., Наука, 1979, 327 с.
5. Бронштейн В.А. Беседы о космосе и гипотезах. М., Наука, 1968, 240 с.
6. Вопросы мировоззрения в лекциях по астрономии. Сб.ст. М., Знание, 1974, 242 с.
7. Воронцов-Вельяминов Б.А. Очерки о Вселенной. М., Наука, 1969, 725 с.
8. Гуревич Л.Э., Чернин А.Д. Происхождение галактик и звезд, 2 изд., М., Наука, 1988, 190 с.
9. Еремеева А.И. Астрономическая картина мира и ее творцы. М., Наука, 1984, 224 с.
10. Ефремов Ю.Н. В глубины Вселенной, 2 изд. М., Наука, 1977, 200 с.
11. Зигель Ф.Ю. Введение в космогонию. М., Наука, 1978, 383 с.
12. Зигель Ф.Ю. Звезды ведут в бесконечность, 2 изд. М., Наука, 1966, 247 с.
13. Казютинский В.В. Вселенная, астрономия, философия. М., Знание, 1972, 64 с.
14. Комаров В.В. Человек и тайны Вселенной. М., Мысль, 1966, 208 с.
15. Крамаровский Я.М., Чечев В.П. Синтез элементов во Вселенной. М., Наука, 1987, 158 с.
16. Левитин Е.П. Мировоззренческие аспекты изучения астрономии. М., Высшая школа, 1983, 11 с.
17. Происхождение и эволюция галактик и звезд. Сб. ст. под ред. С.Б. Пикельнера. М., Наука, 1976, 407 с.
18. Товмасян Г.М. Взрывающиеся миры. Ереван, Айастан, 1974, 167 с.
19. Философские проблемы астрономии XX в. Сб. ст. под ред. В.В.Казютинского. М., Наука, 1996, 477 с.
20. Шкловский И.С. Вселенная. Жизнь. Разум. 5 изд. М., Наука, 1980, 352 с.

Глава 7. ГАЛАКТИКИ И ЗВЕЗДЫ

«Характеристики звезд зависят от простейших и самых фундаментальных законов природы».
Генри Рассел. Наши знания внешнего мира

7.1. История открытия галактик

Как это ни странно, но история внегалактической астрономии начинается с ловли комет. В 1871 г. астроном Парижской обсерватории Шарль Месье решил составить каталог туманностей, чтобы впредь не принимать их за кометы. В каталог вошло 103 объекта, которые сейчас принято называть номерами его каталога с добавлением буквы М. Сюда наряду с туманностями и звездными скоплениями попала одна крупная группа объектов, которые нельзя было отнести ни к тем, ни к другим. Это были галактики – далекие звездные системы, подобные нашему Млечному Пути. Но в те времена никто об этом даже не догадывался, и термина «галактика» не существовало.

Туманными пятнами вскоре заинтересовался английский астроном Вильям Гершель (1738–1822). В 1786–1789 гг. он построил свой крупнейший 40-футовый (12 м) рефлектор с диаметром зеркала 122 см, впервые эффективно применив в нем однозеркальную схему. Наблюдения неба он начал в 1773 г., а в 1781 г. Гершель открыл планету Уран, в 1787 г. – два его спутника, в 1797 г. обнаружил их обратное движение. В 1789–1790 гг. он измерил период вращения Сатурна и его колец и сделал ряд других открытий. Гершель обнаружил движение Солнечной системы в мировом пространстве. И уже с середины 70-х годов Гершель начал серию обзоров звездного неба своим «методом черепков», подсчитывая число звезд в избранных площадках. В результате Гершель впервые наметил общую форму нашей Галактики, оценив ее размеры и сделав вывод об ее изолированности в пространстве как одном из «звездных островов» во Вселенной.

Уже в начале своих наблюдений он заметил, что часть «туманных пятен» разлагается на звезды, а другая часть – нет. Гершель пришел к выводу, что помимо звездных скоплений должны существовать «истинные» туманности незвездной природы, состоящие из некоего «флюида», т.е. протяженной сплошной среды или диффузной материи (в нашем понимании – из газа). Гершель одним из первых понял, что Млечный Путь представляет собой гигантскую звездную систему, «островную Вселенную». Вместе с тем он правильно полагал, что существуют и другие «островные вселенные», похожие на Млечный Путь, и что вместе они образуют гигантскую сверхсистему. На этой основе Гершель разработал небулярную звездно-космическую гипотезу сгущения звезд и их скоплений из диффузной материи, развив ее в 1802–1811 гг. в концепцию эволюции космической материи.

В 1864 г. английский астроном У.Хёггинс обнаружил, что часть туманностей имеет резко выраженные эмиссионные линии, другие – непрерывный спектр. Среди первых различались туманности, имеющие форму кольца или диска с яркой звездой в центре и неправильные диффузные. С 1885 г. астрономы Линской обсерва-

тории в США занялись систематическим фотографированием спиральных и эллиптических туманностей. Эта работа продолжалась несколько десятилетий.

В 1906 г. нидерландский астроном Якобус Корнелис Каптейн (1851–1922) разработал план исследования звездного неба путем изучения звезд в 206 избранных площадках, равномерно распределенных по звездному небу. В отличие от Гершеля, Каптейн уже учитывал, что звезды могут иметь разную светимость. Подсчет Каптейна показал, что с удалением от Солнца число звезд в единице объема уменьшается.

Проведя подсчеты звезд, Каптейн разработал схему построения Млечного Пути, которая представляла собой двояковыпуклую линзу диаметром около 20000 парсек. Последняя его работа вышла в 1922 г.

Американский астроном Харлоу Шепли (1885–1972) в 1915–1917 гг. определил направление на центр Галактики. Концентрацию шаровых скоплений в созвездии Стрельца, где на 2% площади небесной сферы приходится треть всех звездных скоплений, Шепли объяснил повышением пространственной плотностью скоплений к центру системы и тем, что Солнце находится от этого центра далеко. Он также много занимался исследованием структурного распределения других галактик и определил положение в пространстве семи десятков шаровых скоплений звезд.

26 апреля 1920 г. Национальная академия наук США организовала специальную дискуссию между учеными Шепли и Гебером Кертисом, получившую название «Великого спора». Этот спор касался не только масштабов Галактики, но и природы спиральных туманностей. Кертис считал, что спиральные галактики это «островные вселенные» подобные нашей Галактике, тогда как Шепли полагал, что это «истинно туманные объекты». Для критики гипотезы «островных вселенных» ее противники использовали тот факт, что спиральные туманности упорно избегали пояс вдоль главной плоскости Млечного Пути, и их количество росло по мере приближения к галактическим полюсам.

Если спиральные туманности – внегалактические объекты, то почему их структура связана со структурой Млечного пути? Правильное объяснение этого дал Кертис. У многих туманностей, наблюдаемых с ребра, экватор пересечен темной полосой поглощающей материи. Пояс такой материи должен иметься и у Млечного Пути. Он-то и закрывает от нас далекие туманности, лежащие в галактической плоскости. Таким образом, все «преимущества» Млечного пути были ликвидированы, «Великий спор» был разрешен. Но спиральные и эллиптические галактики еще долго продолжали называть внегалактическими туманностями, в отличие от «истинных» диффузных туманностей, которые назывались галактическими. И только в 50-х годах этот термин был окончательно вытеснен из астрономической литературы правильным термином «галактики».

В 1925 г. шведский астроном Эммануил Стремберг установил движение шаровых скоплений в одну строну со скоростью 200 км/с, что было истолковано как вращение нашей Галактики. В том же году американский астроном Эдвин Хаббл, работая в обсерватории Маунт Вилсон, предложил разделить наблюдаемые туманности на внегалактические (галактики) и галактические (газопылевые). Он же предложил первую подробную морфологическую классификацию галактик.

Уже давно было ясно, что галактики можно разбить на три основных типа: спиральные (S), эллиптические (E) и неправильные (I – иррегулярные). В своей

классификации Хаббл оставляет неправильные галактики в стороне и строит последовательность форм эллиптических и спиральных галактик.

Ряд эллиптических галактик начинается с класса E0 – галактик сферической формы, без заметного сжатия. Галактики, имеющие сжатие, относятся к классам E1–E7.

Спиральные галактики делятся на два подтипа: нормальные (S) и пересеченные (SB). У первых спирали отходят прямо от ядра, у вторых ядро пересечено перегородкой, от которой тоже отходят спирали. В каждом из подтипов Хаббл выделил три класса: a, b и c, отличающиеся прогрессирующим уменьшением относительной яркости и размеров ядра по сравнению со спиральными ветвями и одновременно увеличением степени раскрытия ветвей, их клочковатости и структурности. Позже Хаббл добавил еще один класс S0, похожий на аморфные галактики типа E, но содержащие кроме большого резкого ядра еще и плоский диск без следов спиральных ветвей.

Несмотря на то, что классы галактик на схеме Хаббла были соединены линиями, как бы указывающими на некоторую последовательность состояний, Хаббл избегал трактовать эту последовательность как эволюционный ряд, как путь развития, эволюции галактик. Впоследствии и сам Хаббл и многие другие астрономы, используя все возрастающий наблюдательный материал, уточняли, видоизменяли и совершенствовали его классификацию. Но свое значение она сохранила до сих пор. Эволюционный смысл ей попытались придать другие ученые, и первым из них был англичанин Джеймс Джинс (1919; 1928).

В основе теории Джинса лежит образование туманностей в результате появления сгущений из массы однородного разреженного газа за счет гравитационного сжатия и их последующего увеличения за счет вращения уже образовавшихся туманностей.

Джинс начал свой анализ с туманностей правильной сферической формы, которые по классификации Хаббла относятся к E0. Под действием сил взаимного притяжения туманность будет сжиматься, а сжимаясь, она будет ускорять свое вращение. Вследствие вращения туманность сжимается сильнее у полюсов, приобретает сплюснутость и переходит последовательно из класса E0 в классы от E1 до E7.

Дальше ход изменения структуры резко меняется. Наступает такое состояние, когда скорость на экваторе столь велика, что с острого края экватора должны отделяться сгустки материи и распространяться на все большие расстояния в экваториальной плоскости. Мы переходим к классу S0. Затем плотность экваториального диска, образовавшегося в туманности в результате полярного сжатия, возрастет, и тогда опять заработает механизм гравитационной неустойчивости. Диск начнет разделяться на отдельные сгущения. Массы сгущений, образующихся при этом, получились порядка нескольких единиц или десятков масс Солнц, откуда был сделан вывод, что на этой стадии образуются звезды.

Оставалось объяснить происхождение спиральных ветвей. Джинс предположил, что причиной этого являются... приливы, вызываемые соседними галактиками. В самом деле, приливное ускорение будет наибольшим в двух противоположных точках экватора галактики, расположенных на прямой, соединяющей ее с возмущающей галактикой.

Однако, проделав соответствующий расчет, нетрудно найти, что приливные

ускорения, действующие между галактиками, составляют несколько миллиардных долей того ускорения, которое сообщает Луна земным океанам, коре и атмосфере. Можно ли такому ничтожному ускорению приписать столь грандиозные процессы в галактиках, как образование спиральных рукавов? Гипотеза Джинса рухнула окончательно, когда разложение эллиптических галактик на звезды, выполненное в 1944 г., показало, что это не массы газа, а звездные системы.

В 40-е годы работами И.Бааде, Б.В.Кухаркина и П.П.Паренаго было установлено, что среди галактик имеются молодые и старые, и даже оценен их возраст. В 1947 г. американский астроном Х.Шепли обратил внимание на то, что количество ярких сверхгигантов, представляющих собой молодые звезды, постепенно убывает по мере перехода от неправильных галактик к спиральным, а затем к эллиптическим. В спиралях Sa, замечает Шепли, встречается очень мало звезд большой светимости, а в эллиптических галактиках они практически совершенно отсутствуют. Получалось, что молодыми являются именно неправильные галактики и спирали Sc с сильно развитыми ветвями, а спирали класса Sa и эллиптические галактики находятся на более ранней стадии развития. Шепли тогда же высказал мысль о том, что переход галактик из одного класса в другой должен был занять громадные сроки и совсем не обязательно имел место. Возможно, что галактики образовались такими, какими мы их наблюдаем, а потом лишь медленно эволюционировали в направлении сглаживания и округления форм.

Приблизительно тех же взглядов придерживался Б.В.Кухаркин. Он обращал внимание на то, что в скоплениях галактик обнаруживаются галактики всех известных нам форм – от E0 до Sc. Между тем возраст скоплений галактик, судя по данным небесной механики, не может превышать 10^{12} лет. Таким образом, получалось, что в скоплениях образовались одновременно галактики различных форм. На этом основании был сделан вывод о том, что переход галактик из одного типа в другой вовсе не обязателен.

Но были и сторонники «эволюционных» концепций. В 1945 г. была закончена разработка новой гипотезы образования галактик из межгалактического газа А.И.Лебединским и Л.Э.Гуревичем. Они исходили из предположений, что галактики образовались из разреженного диффузного вещества, заполнявшего и заполняющего Метагалактику. Они предположили, что галактики образовались не одновременно и что условия в метагалактическом пространстве мало чем отличались от современных.

По каким-то условиям сферическая туманность стала вращаться и сжиматься, вращаясь все быстрее, в ней стали возникать сгущения, и она стала разделяться на составные части. Звездообразование прекратится, как только диффузная материя будет исчерпана. Однако авторы гипотезы не дали объяснения возникновения протогалактик и не объяснили факта возникновения спиральных галактик.

Немецкий физик К.Вейцзеккер разработал в 1947–1952 гг. теорию возникновения галактик из вращающейся газовой массы. По его теории галактики развивались в направлении I – S – E. Он показал, что в случае турбулентного развития газовых масс в галактики шкала времени такого развития пропорциональна размерам галактики. Но и его гипотеза не согласовывалась с целым рядом данных наблюдений.

Необходимо отметить, что в настоящее время наиболее популярна гипотеза Б.Линдблада и Ц.Лина о том, что звезды ведут себя наподобие молекул газа, образуя в галактике волны плотности. Но хотя все это было промоделировано с использованием современной вычислительной техники, авторы упустили из виду, что звезды не могут вести себя как молекулы газа, т.к. для этого нужно, чтобы звезды двигались хаотично и соударялись друг с другом, а этого нет.

Поэтому состояние теории происхождения и развития галактик нельзя признать удовлетворительным. Но главным недостатком представлений современной астрономии о галактиках является полное непонимание механизмов тех процессов, которые в них происходят.

7.2. Основные современные представления о галактиках

Галактики – гигантские звездные образования, подобные нашей Галактике, каждая из которых объединяет от нескольких миллионов до сотен миллиардов звезд, подобных нашему Солнцу. Помимо звезд в состав галактик входят межзвездный газ, межзвездная пыль, космические лучи. Количество газа в галактиках по массе существенно меньше, чем звезд, и разное у галактик различных типов.

Галактики видны на небе как светлые туманные пятна вне полосы Млечного Пути, которая является для них «зоной избежания», поскольку в этой зоне галактики не видны из-за концентрации темной поглощающей свет пылевой материи вблизи экваториальной плоскости нашей Галактики.

Американский астроном Э.Хаббл в 20-х годах XX столетия обнаружил, что ближайшие галактики состоят из множества очень слабых звезд. Среди отдельных наиболее ярких звезд ему удалось обнаружить переменные звезды типа цефеид, измерение блеска которых позволило установить расстояние до систем, в которые они входили. Таким путем было установлено, что галактики находятся далеко за пределами нашей Галактики и имеют размеры, сравнимые с ней. Расстояние до галактик оценивается по величине «Красного смещения» – смещению линий в спектре галактик, которое считают проявлением доплеровского эффекта от «разбегания» галактик из-за «расширения Вселенной», но которое на самом деле является следствием потери энергии фотонами за время пути. На результаты измерений расстояний это изменение трактовки «Красного смещения» не влияет.

Расстояния до наиболее далеких галактик, различимых на фотографиях, полученных с помощью самых крупных телескопов, составляет более 1 млрд. парсек, т.е. более 3 млрд. световых лет (1 парсек = 3,26 световых года = 206265 а.е. = = $30{,}857 \cdot 10^{12}$ км; ***парсек*** – расстояние, в котором 1 а.е. = $149{,}6 \cdot 10^{6}$ км – ***астрономическая единица***, равная среднему расстоянию от Земли до Солнца, видна под углом 1").

До настоящего времени используется классификация галактик, разработанная Хабблом в 1922 г.

1) ***Спиральные галактики*** (около 60% от общего числа галактик), характерны двумя сравнительно яркими ветвями, расположенными вокруг ядра по спирали (рис. 7.1–7.3); ветви выходят либо из яркого ядра (такие галактики обозначаются S),

либо из концов светлой перемычки, пересекающей ядро (обозначаются SB).



Рис. 7.1. Типичная спиральная галактика, вид на плоскость.

Центральные части спиральных галактик желтее, чем ветви, отсюда сделан вывод о том, что они содержат старые звезды (население 2 типа или население сферической составляющей), в то время как плоские спиральные ветви состоят из молодых звезд (население 1 типа или население плоской составляющей), причем плотность распределения звезд в пространстве растет с приближением к экваториальной плоскости галактик. В галактиках этого типа имеется большое количество пыли, смещенной в экваториальную плоскость. По степени клочковатости ветвей спиральные галактики разделяются на подтипы Sa, Sb и Sc. У первых из таких галактик ветви аморфны, у вторых несколько клочковаты, у третьих – очень клочковаты, а ядро всегда неярко и мало. Во второй половине 40-х годов XX в. У.Бааде (США) установил, что клочковатость спиральных ветвей и их голубизна растут с повышением в них горячих голубых звезд, их скоплений и диффузных туманностей.



Рис. 7.2. Спиральная галактика, вид под углом к плоскости.

У многих спиральных галактик есть одна замечательная особенность, некоторым образом связанная со спиральными рукавами: большая концентрация звезд в форме бруска (бара), пересекающая ядро и простирающаяся симметричным образом в обе стороны. Данные измерений скоростей в них показывают, что бары вращаются вокруг ядра как твердые тела, хотя, разумеется, они на самом деле состоят из отдельных звезд и газа.



Рис. 7.3. Спиральная галактика NGC 4565, видимая с ребра.

Бары, встречающиеся в галактиках типов SO и Sa, более ровные и состоят исключительно из звезд, в то время как бары галактик типов Sb, Sc и I часто содержат много газа и пыли. Все еще идут споры о движении газа в этих барах. Некоторые данные свидетельствуют о том, что газ течет наружу вдоль бара. А по другим данным он течет внутрь. Однако происхождение и роль баров в галактиках продолжают оставаться неясными.

2) *Эллиптические галактики* (E)(13%), имеющие форму эллипсоидов.

Эллиптические галактики состоят из звезд 2-го типа населения. Вращение обнаружено лишь у наиболее сжатых из них. Космической пыли в них, как правило, нет.

3) ***Линзообразные галактики*** (SO) (22%) – промежуточные между спиральными и эллиптическими галактиками, имеющие огромное центральное сгущение и окружающий его плоский диск, но спиральные ветви отсутствуют.

4) ***Иррегулярные*** (неправильные) ***галактики*** (I)(4%), обладающие неправильными формами (рис. 7.4).



Рис. 7.4. Газово-пылевая туманность NGC 7000 (Америка) и газовая туманность IC 5067 (Пеликан) около Лебедя в области Млечного Пути.

Существует также некоторое количество галактик, не укладывающихся в приведенную классификацию – кольцевые и дисковидные галактики со всеми градациями обилия горячих звезд и пыли, карликовые галактики с крайне низкой поверхностной яркостью, множество далеких компактных галактик с огромным красным смещением. У многих галактик, видимых как точечные образования типа звезд, обнаружено мощное излучение нетепловой природы – радиоизлучение (N–галактики или квазары), галактики, обладающие мощным излучением, но имеющие заметные угловые размеры, называются радиогалактиками. Эти галактики преимущественно обладают эллиптической формой.

Большой интерес представляют галактики Сейферта. В спектрах их небольших ядер имеется много очень широких ярких полос, свидетельствующих о мощных выбросах газа из их центра со скоростями, достигающими несколько тысяч км/с.

Советским астрономом Б.А.Воронцовым-Вельяминовым были обнаружены взаимодействующие, или двойные, галактики, в которых наблюдаются тонкие звездные перемычки между галактиками, причем из одной из них торчит звездный «хвост», размытый на конце (рис. 7.5). Таких галактик обнаружено уже больше тысячи.

Все галактики содержат межзвездную материю в виде водорода и пыли. Количество такого вещества составляет несколько процентов от общей массы звезд.

Наша Галактика относится к классу спиральных. Она состоит из множества звезд различных типов, а также звездных скоплений и ассоциаций, газовых и пылевых туманностей и отдельных атомов и частиц, рассеянных в межзвездном пространстве. Большая часть их занимает объем линзообразной формы поперечником около 3 и толщиной около 4 килопарсек (соответственно около 100 тысяч и 12 тысяч световых лет). Меньшая часть заполняет почти сферический

объем с радиусом около 15 килопарсек (около 50 тысяч световых лет). Все компоненты Галактики связаны в единую систему, вращающуюся вокруг малой оси симметрии. Внутренние части Галактики вращаются быстрее, чем наружные. Считается, что на расстоянии Солнца от центра Галактики (10 килопарсек) скорость перемещения составляет 250 км/с, период полного оборота – около 180 млн. лет.



Рис. 7.5. Взаимодействующие галактики.

Звезды и межзвездная газопылевая материя заполняют объем Галактики неравномерно: наиболее сосредоточены они около плоскости, перпендикулярной оси вращения и являющейся плоскостью ее симметрии (т.н. галактической плоскостью). Вблизи линии пересечения этой плоскости с небесной сферой и виден Млечный Путь, средняя линия которого представляет собой почти большой круг, т.к. Солнечная система находится недалеко от этой плоскости. Толщина расположенного около галактической плоскости слоя, в котором находится большинство звезд, составляет 400–500 парсек. Одна звезда в нем приходится на куб пространства с размером в 2 парсека. Общее количество звезд в Галактике оценивается в 100 миллиардов.

Межзвездное вещество рассеяно в пространстве неравномерно, концентрируясь вблизи галактической плоскости в виде глобул – отдельных облаков и туманностей диаметром от 5 до 20–30 парсеков, их комплексов или аморфных диффузных образований. Темные туманности в Млечном Пути объясняются результатом поглощения света несветящимися пылевыми облаками.

Полная масса нашей Галактики оценивается в 10^{11} масс Солнца, т.е. около 10^{41} кг.

В Галактике различают три подсистемы:

1) ***плоская***, характеризуемая наличием молодых горячих звезд, переменных звезд типа долгопериодических цефеид, звездных ассоциаций, рассеянных звездных скоплений и газопылевого вещества; все они сосредоточены у галактической плоскости в форме экваториального диска толщиной 1/20 поперечника Галактики; средний возраст звезд здесь около 3 млрд. лет;

2) ***сферическая*** (гало), в которой концентрируются субкарлики, желтые и красные гиганты, переменные звезды типа короткопериодических цефеид и шаровые звездные скопления с резким падением плотности звезд в направлении от центральных областей к периферии; ее возраст составляет порядка 5 млрд. лет;

3) ***промежуточная*** между плоскостью и сферой. Вся галактическая система погружена в обширную газовую массу, которую называют ***галактической короной***.

В спиральных рукавах галактики звезды расположены неравномерно, образуя как бы «трубы», в стенках которых и расположены звезды. В спиральных же рукавах обнаружено слабое магнитное поле напряженностью порядка 10 мкГс. Спиральные рукава соединяются с ядром Галактики, уменьшая свое сечение от периферии к ядру в несколько раз. Само ядро составляет относительно небольшую об-

ласть, из которой, как было обнаружено Амбарцумяном, непрерывно истекает протонно-водородный газ массой 1,5 массы Солнца в год. Скорость испускаемого газа ядром нашей Галактики составляет примерно 50 км/с, эта скорость в окрестностях Солнца падает до 7 км/с.

Что происходит в ядре и откуда берется газ, современная астрономия не знает.

Существует несколько гипотез о причинах испускания газа ядрами галактик. Суть их сводится в основном к тому, что в ядрах галактик имеется большое число звезд или большая масса, распад которых и ведет к истечению газа и излучениям. Существует также предположение о том, что в центре ядра имеется так называемая черная дыра, однако это последнее предположение уже никак не вяжется с фактом истечения газа и может, в лучшем случае, оправдать наличие электромагнитного излучения. Кроме того, наблюдения показали, что такого тела там нет, а есть пустота, каким-то образом генерирующая вещество.

Изложенные гипотезы представляются весьма искусственными, поскольку они подразумевают некоторые необратимые процессы. Кроме того, наличие в ядрах галактик сверхплотных образований, скоплений звезд или черной дыры в свою очередь требует объяснения причин их нахождения или появления в этих ядрах.

7.3. Звезды и их основные характеристики

Звезды – самосветящиеся небесные тела, состоящие из раскаленных газов, по своей природе сходные с Солнцем. Из-за больших расстояний от Земли звезды кажутся точками даже в большие телескопы, в отличие от планет, которые просматриваются как диски. Число звезд, видимых невооруженных глазом – около 5 тысяч, в телескопы просматриваются миллиарды звезд.

В свое время изучение звезд было связано с потребностями материальной жизни общества, главным образом, с необходимостью ориентирования при путешествиях и мореплавании, создании календаря и определении точного времени. Уже в глубокой древности все небо было разделено на созвездия. Долгое время звезды считались неподвижными точками, по отношению к которым наблюдалось движение планет и комет.

Со времен Аристотеля (IV в. до н.э.) в течение многих столетий господствовали взгляды, согласно которым звездное небо считалось вечной и неизменной хрустальной сферой, за пределами которой находилось жилище богов.

Фактически материалистический подход к изучению звезд был начат в конце XVI в. итальянским астрономом Джордано Бруно, который учил, что звезды – это далекие тела, подобные нашему Солнцу. В 1596 г. немецким астрономом Фабрициусом была открыта первая переменная звезда, а в 1650 г. итальянским ученым Ричолли – первая двойная звезда. В 1718 г. английский астроном Э.Галлей открыл движение трех звезд. В 1835–1839 гг. русский астроном В.Я.Струве, немецкий астроном Ф.Бессель и английский астроном Т.Гендерсон впервые определили расстояния до трех близких звезд. В 60-х годах XIX в. для изучения звезд применили спектроскоп, а в 80-х стали пользоваться фотографией. В 1900 г. русский астроном А.А.Белопольский показал, что по смещению линий спектра может быть определена ско-

рость движения звезды в результате доплеровского эффекта (на самом деле «Красное смещение» может иметь совсем другую трактовку, но пока что доплеровская трактовка является общепринятой).

В начале 20-х годов произошел переворот в научных представлениях о звездах, их начали рассматривать как физические тела, начали изучать структуру звезд, условия равновесия их вещества, источники энергии. Этот переворот был связан с успехами атомной физики, которые привели к количественной теории звездных спектров, и с достижениями ядерной физики, давшими возможность провести аналогичные расчеты источников энергии и внутреннего строения звезд. А начиная с середины XX столетия исследования звезд приобрели еще большую глубину в связи с расширением наблюдательных возможностей и применением электронных вычислительных машин для обработки результатов наблюдений.

Основными характеристиками звезд являются их масса, радиус (не считая внешних прозрачных слоев), светимость (полное количество излучаемой энергии), эти величины часто выражают в долях массы, радиуса и светимости Солнца. Кроме основных параметров употребляются их производные – эффективная температура, спектральный класс, характеризующий степень ионизации и возбуждения атомов в атмосфере звезды, абсолютная звездная величина, т.е. звездная величина, которую бы имела звезда на стандартном расстоянии в 10 парсек, показатель цвета – разность звездных величин, определенных в двух разных спектральных областях.

Звездная величина – это мера освещенности, создаваемая звездой на Земле на плоскости, перпендикулярной падающим лучам. Впервые это понятие было введено Гипархом во II в. до н.э., который разделил все звезды, видимые невооруженным глазом, на 6 звездных величин: к 1-й были отнесены самые яркие, а к 6-й – самые слабые. Шкала деления – логарифмическая, изменению звездной величины на 5 соответствует изменение светимости в 100 раз (изменению звездной величины на единицу соответствует изменение светимости в 2,51 раза). Общее число звездных величин не определено, число звезд резко увеличивается с увеличением номера звездной величины, и в каталоги занесены звезды до 14 звездной величины включительно.

Звездный мир чрезвычайно разнообразен. Некоторые звезды по объему в миллионы раз больше и ярче Солнца (звезды-гиганты). Разнообразны и светимости звезд, так, светимость звезды S Золотой Рыбы в 400 тысяч раз больше светимости Солнца. Звезды бывают разреженные и чрезвычайно плотные. Средняя плотность ряда гигантских звезд в сотни тысяч раз меньше плотности воды, а средняя плотность так называемых белых карликов, наоборот, в сотни тысяч раз больше плотности воды. Массы звезд различаются меньше.

У некоторых типов звезд блеск периодически изменяется, такие звезды называются переменными звездами. Грандиозные изменения, сопровождаемые внезапными увеличениями блеска, происходят в новых звездах. При этом за несколько суток небольшая звезда-карлик увеличивается, от нее отделяется газовая оболочка, которая, продолжая расширяться, рассеивается в пространстве. Затем звезда вновь сжимается до небольших размеров. Еще большие изменения происходят во время вспышек сверхновых звезд.

Изучение спектров звезд позволяет определить химическое строение их атмосфер. Звезды, как и Солнце, состоят из тех же химических элементов, что и все тела на

Земле. В звездах преобладают водород (около 70% по весу) и гелий (около 25%), остальные элементы (среди них наиболее обильны кислород, азот, железо, углерод, неон) встречаются почти точно в том же составе, что и на Земле. Для наблюдений доступны пока лишь внешние слои звезд.

Звезды часто расположены парами, обращающимися вокруг общего центра масс, такие звезды называются двойными звездами. Встречаются также тройные и кратные системы звезд.

Взаимное расположение звезд с течением времени медленно изменяется вследствие их движений в Галактике, в которой многие звезды группируются в звездные скопления, звездные ассоциации и другие образования.

Звезды изучаются в двух дополняющих друг друга направлениях. Звездная астрономия, рассматривающая звезды как объекты, характеризующиеся теми или иными особенностями, исследует движение звезд, распределение их в Галактике и в скоплениях, различные статистические закономерности. Предметом изучения астрофизики являются физические процессы, происходящие в звездах, их излучение, строение и эволюция.

Основным источником энергии звезд являются термоядерные реакции, при которых из легких ядер образуются более тяжелые; чаще всего это превращение водорода в гелий. В звезде с массой, меньше двух солнечных, оно происходит, главным образом, путем соединения двух протонов в ядро дейтерия, затем превращением дейтерия в изотоп He^3 путем захвата протона, и, наконец, превращением двух ядер He^3 в He^4 и два протона. В более массивных звездах преобладает углеродно-азотная циклическая реакция, окончательным результатом реакции является синтез ядра гелия из четырех протонов с выделением энергии, ядра азота и углерода здесь играют лишь роль катализатора. Эти реакции идут только при температурах выше 10 млн. градусов, т.е. они могут проходить только в центральных частях звезд. В звездах малых масс, где температура в центре недостаточна для термоядерных реакций, источником энергии служит гравитационное сжатие звезды.

Звезды проходят определенный этап эволюции, в процессе которой химический состав недр звезды меняется. Превращение водорода в гелий увеличивает молекулярный вес газа, вследствие чего ядро сжимается, температура его растет, а соседний с ядром газ нормального состава расширяется. Звезда становится гигантом.

У массивных звезд ядро в конце эволюции неустойчиво, радиус его уменьшается до 10 км, и звезда превращается в нейтронную звезду, т.е. звезду, состоящую из одних нейтронов. Нейтронные звезды имеют сильное магнитное поле и быстро вращаются. Это приводит к наблюдаемым всплескам радиоизлучения, а иногда также и оптического, и рентгеновского излучения. Такие объекты называются пульсарами. Предполагается, что при еще больших массах происходит коллапс – неограниченное падение вещества к центру со скоростью, близкой к скорости света. Часть гравитационной энергии сжатия производит выброс оболочки со скоростью 7000 км/с. При этом звезда превращается в сверхновую, ее излучение увеличивается до нескольких светимостей Солнца, а затем постепенно, в течение нескольких месяцев угасает.

Поскольку недра звезд недоступны непосредственным наблюдениям, внутреннее строение звезд изучается путем построения теоретических звездных моделей, ко-

торым соответствуют значения масс, радиусов и светимостей, наблюдаемых реальных звезд. В основе теории внутреннего строения обычных звезд лежит представление о звезде как о газовом шаре, находящемся в механическом и тепловом равновесии, в течение длительного времени не расширяющимся и не сжимающимся. Механическое равновесие поддерживается силами гравитации, направленными к центру звезды и газовым давлением в недрах звезды, действующим наружу и уравновешивающим силы гравитации. Давление растет с глубиной, а вместе с ним увеличиваются и плотность, и температура. Тепловое равновесие заключается в том, что температура звезды во всех ее элементарных объемах практически не меняется со временем, т.е. количество энергии, уходящей из каждого такого объема компенсируется приходящей в него энергией, вырабатываемой там ядерными или другими источниками.

Температуры обычных звезд меняются от нескольких тысяч градусов на поверхности до десяти миллионов градусов в центре. Основным механизмом переноса энергии в звездах является лучистая теплопроводность. Однако в некоторых частях звезды, а в звездах с малой массой почти во всем объеме существенную роль играет конвективный перенос энергии, т.е. перенос тепла массами газа, поднимающимися и спускающимися под влиянием различия температуры.

Вращение звезд изучается по их спектрам. При вращении один край диска удаляется от нас, а другой приближается с той же скоростью. В результате в спектре звезды, получаемого от всего диска, линии расширяются и приобретают характерный контур, по которому можно определить скорость вращения звезды. Звезды ранних спектральных классов вращаются со скоростью на экваторе в 100 – 200 км/с, скорости более холодных звезд значительно меньше – всего несколько км/с, что связано с рядом причин.

7.4. Проблемы галактической и звездной астрономии и астрофизики

Несмотря на впечатляющие успехи галактической и звездной астрономии и астрофизики, полагать, что в этих областях науки решены все проблемы, нет никаких оснований, и самой основной проблемой галактической астрономии является полное непонимание происхождения самих галактик, устройства их внутренних механизмов и взаимодействия галактик друг с другом.

В самом деле, откуда вообще взялись галактики и почему они столь разнообразны? Почему в них так много звезд и почему есть «молодые» звезды, а есть и «старые»? Откуда взялись так называемая космическая пыль и космический газ? Что за «водоворот» в строении спиральных галактик, что там крутится? Как возникли спиральные рукава, «вморожены» ли они в пространство или продолжают закручиваться? Откуда в них взялось магнитное поле и почему звезды расположены в них как бы по стенкам «труб»? Почему некоторые галактики взаимодействуют, в чем заключается причина такого взаимодействия и его механизм? Подобных вопросов множество, но ответа на них в рамках «признанных» теорий и гипотез нет.

Нечто подобное имеется и в астрофизике. Основным недостатком теорий строения звезд является невозможность объяснения их энергетики. Расчеты показывают, что тер-

моядерных реакций недостаточно для поддержания реальной энергетики звезд по меньшей мере на два порядка. Если бы звезды излучали свою энергию только за счет термоядерного синтеза, то они давно бы исчерпали свой срок жизни. Но этого нет, следовательно, какие-то существенные явления энергетики звезд упущены из виду.

Из существующих теорий непонятен механизм образования звезд и происхождение вещества, из которого звезды образовались. Непонятно также, откуда берутся молодые звезды и что происходит с веществом, когда звезды прекращают свое существование. Процесс и здесь оказывается незамкнутым.

Непонятны причины, по которым звезды вращаются, и почему у них возникают планетные системы.

Имеется и множество других вопросов, на которые у современной науки пока нет удовлетворительного ответа. Таким образом, состояние теоретической космогонии, космологии и астрофизики никак нельзя признать удовлетворительным, и это направление, как и многие другие, ждет своих энтузиастов и революционеров.

Литература к главе 7.

1. Азимов А. Взрывающиеся Солнца. Тайны сверхновых. Пер. с англ. М., Наука, 1968, 240 с.
2. Бааде В. Эволюция звезд и галактик. Пер. с англ. М., Мир, 1966, 294 с.
3. Бронштэн В.А. Гипотезы о звездах и Вселенной. М., Наука, 1974, 383 с. Наука, 1991, 234 с.
4. Горбицкий В.Г. Космические взрывы, 3 изд. М., Наука, 1979, 203 с.
5. Гурдзадян Г.А. Звездные вспышки: физика, космология. М., Наука, 1985, 558 с.
6. Гуревич Л.Э., Чернин А.Д. Происхождение галактик и звезд, 2 изд. . М., Наука, 1988, 190 с.
7. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Теория тяготения и эволюция звзед. М., Наука, 1971, 484 с.
8. Киппенхан Р. 100 миллиардов Солнц. Рождение, жизнь и смерть звезд. Пер с нем. М., Мир, 1990, 243 с.
9. Комберг Б.В. Квазары – свидетели рождения галактик. М., Знание, 1981, 64 с.
10. Ламзин С.А., Сурдин В.Г. Что такое протозвезды? М., Знание, 1988, 62 с.
11. Масевич А.Г., Тутуков А.В. Физика и эволюция звезд. М., 1981, ВИНИТИ, 90 с.
12. Новиков И.Д. Эволюция Вселенной. М., Наука, 1979, 176 с.
13. Озерной Л.М. Происхождение и жизнь Галактики. М., Знание, 1978, 62 с.
14. Осипов В.П. Самоорганизация в эволюции галактик, звезд и планет. Петропавловск-Камчатский, 1992, 168 с.
15. Потташ С.Р. Планетарные туманности. Пер с англ. М., Мир, 1987, 351 с.
16. Протозвезды и планеты. Исследования образования звезд и происхождения Солнечной системы. Сб. ст. в 2 ч. Пер с нем. М., Мир, 1982. Ч. 1 – 382 с., ч. 2 – 383 с.
17. Сурдин В.Г., Ламзин С.А. Протозвезды. Где, как и из чего формируются звезды. М., Наука, 1992, 190 с.
18. Тейлер Р.Дж. Галактики: строение и эволюция. Пер с англ. М., Мир, 1981, 223 с.
19. Тейлер Р.Дж. Строение и эволюция звезд. Пер. с англ. М., Мир, 1973, 280 с.
20. Тейлер Р.Дж. Галактики. Строение и эволюция. Пер. с англ. М., Мир, 1981, 280 с.
21. Уитни Ч. Открытие нашей Галактики. М., Мир, 1975, 238 с.
22. Шкловский И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть. 3 изд. М., Наука, 1984, 384 с.

Глава 8. СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

«Наше Солнце является центром чрезвычайно гармоничной и стройной системы планет».
А.Л.Чижевский. Эхо солнечных бурь

8.1. Краткая история развития знаний о Солнечной системе

Солнечная система – это система небесных тел (Солнце, планеты, спутники планет, кометы, метеоритные тела, космическая пыль), двигающихся в области преобладающего гравитационного влияния Солнца. Наблюдаемые размеры Солнечной системы определяются орбитой Плутона – около 40 а.е. (1 астрономическая единица = среднему расстоянию от Земли до Солнца = 149,6 млн. км.) (рис. 9.1). Однако сфера, в пределах которой возможно устойчивое движение небесных тел вокруг

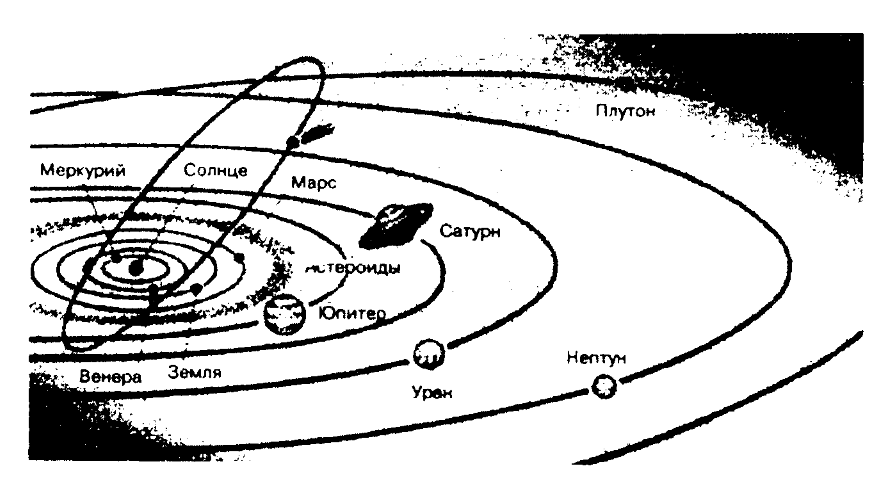


Рис. 8.1. Структура Солнечной системы.

Солнца, простирается почти до ближайших звезд (230 000 а.е.).

История открытия Солнечной системы полна драматизма.

Веками укоренившееся мнение Птолемея о неподвижной Земле как центре Вселенной (рис.8.2), разделяемое церковью, долго не уступало места гелиоцентрическому учению Коперника (рис. 8.3), которое не могли понять даже многие выдающиеся люди того времени, хотя сложное движение планет среди звезд (рис. 8.4) существенно проще объяснялось гелиоцентрической системой, чем геоцентрической. Считалось, что система Коперника лишь гипотеза, предназначенная для вычисления планетных движений, чему способствовало предисловие издателя книги Коперника, напечатанное без ведома автора.

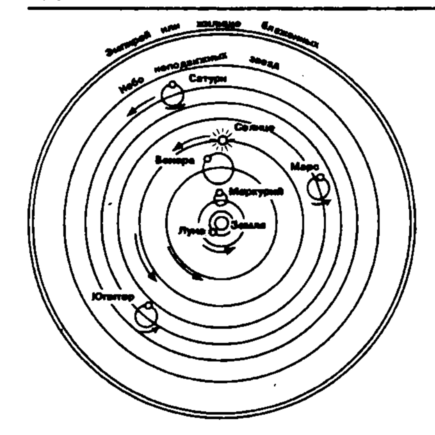



Рис. 8.2. Система мира Птолемея.

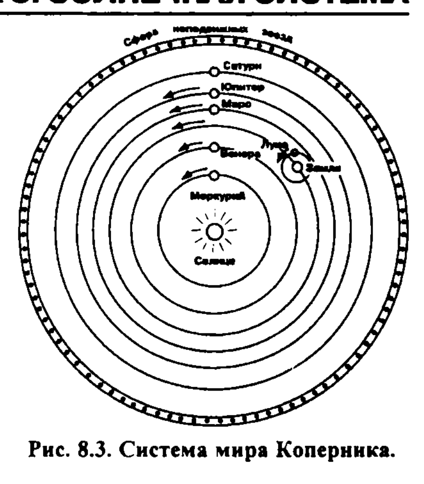


Рис. 8.3. Система мира Коперника.

Даже крупнейший наблюдатель датский астроном Тихо Браге (XVI в.) отказывался принять и даже понять гелиоцентрическую систему. Окончательно утвердил теорию Коперника, получив непреложные доказательства ее истинности, итальянский физик и астроном Г.Галилей, едва избежавший наказания от «святой» инквизиции.

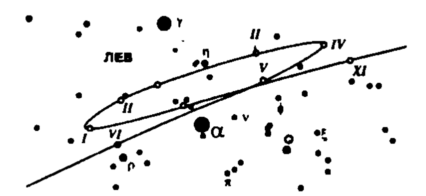


Рис. 8.4. Путь Марса среди звезд с ноября 1947 г. по июнь 1948 г.

Галилей был убежденным сторонником учения Коперника. Но по религиозным соображениям он вынужден был скрывать свои взгляды.

В 1609 г. Галилей направил изготовленный им маленький 32-кратный телескоп на Луну, Венеру, Юпитер и Сатурн и сделал ряд поразительных для того времени открытий. На Луне он увидел горы и кратеры, он обнаружил диски у планет и открыл 4 спутника Юпитера, которые, обращаясь вокруг планеты, представляли уменьшенную копию планетной системы. Обнаруженная им смена фаз Венеры свидетельствовала о том, что Венера обращается вокруг Солнца, а не Земли. На самом Солнце Галилей обнаружил пятна. Все это разрушало учение Аристотеля об «идеальных небесных сферах» и подрывало церковный догмат о совершенстве небесных тел. И только тогда, когда гелиоцентрическая система получила столь блестящие подтверждения, католическая церковь приняла меры к ее запрету, считая, что она подрывает авторитет Священного Писания.

В 1611 г. Галилею был оказан восторженный прием при папском дворе, но в 1613 г. стало известно письмо Галилея к аббату Кастелли, в котором он защищал теорию Коперника. Письмо послужило поводом для доноса на него в инквизицию.

В 1616 г. учение Коперника было запрещено декретом инквизиции, книга его была внесена «впредь до исправления» в «Индекс (список) запрещенных книг» и оставалась под запретом до 1828 г.!

Галилею в частном порядке было предложено отказаться от защиты этого

учения. И только после переизбрания Папы в 1630 г. Галилей смог изложить учение Коперника как один из возможных вариантов. Его «Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой» вышел в 1632 г. и даже вначале получил апробацию церковных властей и разрешение на выпуск в свет, но сразу же – в 1633 г. – был сурово осужден инквизицией за отстаивание учения Коперника.

После выхода книги Галилей получил приказ вернуться в Рим, и его заставили на коленях принести публичное покаяние. Перед судом инквизиции Галилей вынужден был отречься от учения Коперника.

В 1637 г. Галилей ослеп, но в 1638 г. ему удалось опубликовать одно из важнейших своих произведений, подводящее итог его изысканиям и содержащее обоснования динамики, – «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящиеся к механике и местному движению». В 1642 г. Галилей умер.

В начале XVII в. современник Галилея немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571–1630), изучив материалы многолетних и очень точных наблюдений знаменитого датского астронома Тихо Браге (1546–1601), которые тот накопил за 21 год, но который не признавал гелиоцентрической системы, открыл три закона движения планет, названные его именем.

Проблема происхождения Солнечной системы также волновала многих ученых, включая и религиозных деятелей.

По расчетам архиепископа Ашера Земля была создана в 9 часов утра 26 октября 4004 г. до Рождества Христова. В основе расчетов лежало положение о практически одновременном создании человека и Земли.

Ученые-естествоиспытатели имели иные, более материалистичные точки зрения на проблему происхождения Земли. В их концепциях преобладало представление о материальном единстве земных и космических тел. Идеи такого рода были высказаны Р.Декартом (1590–1650), Х.Гюйгенсом (1629–1695), М.В.Ломоносовым (1711–1765) и рядом других ученых.

В XVII в. Р.Декарт отбросил миф о сотворении мира и нарисовал картину образования всех небесных тел в результате вихревого движения мельчайших частиц материи. Декарт полагал, что во Вселенной существует великое множество миров, каждая звезда представляет собой Солнце и является центром какого-то мира. Материя, из которой состоят небесные тела, повсеместно одинакова, и развитие мира строго подчинено тем самым законам природы, которые действуют и сейчас. Декарт допускал, что мир состоит из трех элементов. Из первого, самого мелкого светящегося элемента состоит Солнце, из второго, более крупного и прозрачного – небо, и из третьего, самого крупного и тяжелого – Земля, планеты и кометы.

В конце XVII в. английский ученый И.Ньютон сформулировал законы механики и Закон всемирного тяготения. Эти законы легли в основу небесной механики, исследующей движение тел Солнечной системы. И.Ньютон пришел к выводу, что устройство планетной системы не может быть результатом случайного стечения обстоятельств.

Голландский ученый Х.Гюйгенс за несколько недель до смерти в 1695 г. завершил свой научный труд «Косотеорос», в котором утвердил мысль о единстве состава и природных сил во всем космосе.

В течение всей своей научной деятельности М.В.Ломоносов мужественно выступал в защиту передовых идей своего времени, утверждая материальное единство мира на основе корпускулярной (фактически атомистической) теории.

Ровесник и современник М.В.Ломоносова, один из крупнейших натуралистов XVIII в. Ж.Л.Бюффон (1707–1788) завоевал своим огромным сочинением «Естественная история, общая и частная» мировую славу. В 1745 г. Бюффон высказал гипотезу, что планеты возникли из сгустков солнечного вещества, исторгнутых из Солнца ударом огромной кометы (в то время кометы считались массивными телами). Земля же первоначально находилась в раскаленном состоянии, а затем медленно остывала.

Выдающийся немецкий философ Иммануил Кант (1724–1804) в 1755 г. опубликовал книгу «Общая история и теория неба», в которой изложил свою космогоническую гипотезу. Согласно этой гипотезе Солнце в далеком прошлом когда-то было окутано туманностью, состоящей из частиц, движущихся вокруг Солнца в разных направлениях. В течение определенного времени, вследствие столкновения частиц между собой, произошло упорядочение этого движения, и туманность стала вращаться вокруг Солнца. Из этой вращающейся туманности возникли впоследствии планеты.

Знаменитый французский математик Пьер Лаплас (1749–1827) независимо от Канта предложил свою космогоническую гипотезу, близкую к гипотезе Канта. Согласно гипотезе Лапласа, первоначально существовала раскаленная вращающаяся газовая туманность, по своим размерам превышающая современную планетную систему. Допускалось, что туманность имела сплюснутую форму. С течением времени под влиянием охлаждения и притяжения к центру эта туманность сжималась, а ее угловая скорость возрастала. В результате увеличения центробежной силы от нее оторвались отдельные газовые кольца, которые при сгущении превратились в планеты. Центральная же часть образовала Солнце. Первоначально все планеты представляли собой раскаленные газовые тела, которые медленно остывали. Уже во второй половине XIX в. выдающийся английский физик В.Томсон (лорд Кельвин) вычислил возраст Земли как период времени остывания. Он оказался равным 24 млн.лет.

После гипотезы Лапласа в начале XX в. был предложен ряд других космогонических гипотез, которые не получили широкого распространения за исключением гипотезы Дж.Джинса-Г.Джеффриса. Американский астроном В.Мак-Кри в 1963 г. удачно подразделил все предложенные космогонические гипотезы на три класса:

1. Гипотезы, согласно которым Солнце полностью завершило свое образование планет, а вещество планет произошло непосредственно от выброса материи Солнца под воздействием внешних факторов;

2. Гипотезы, согласно которым Солнце и планеты сформировались одновременно из вращающейся туманности, которую часто называют облаком или небулой; образование планет рассматривается как результат эволюции этого облака;

3. Гипотезы, согласно которым Солнце полностью образовалось раньше планет, но планетное вещество было захвачено из межзвездных облаков или другого источника, после чего образовалась газово-пылевая туманность. Из этой туманности впоследствии возникли планеты.

В конце XIX в. появилась гипотеза американских ученых Ф.Мультона и Т.Чемберлена, предполагавшая образование планет из мелких твердых частиц, названных ими «планетезималями». Они считали, что обращающиеся вокруг Солнца и планетезимали могли возникнуть путем застывания вещества, выброшенного из Солнца в виде протуберанцев. Однако такое образование планетезималей противоречит Закону сохранения момента количества движения. В 20-30 годах XX столетия широкой известностью пользовалась гипотеза Дж.Джинса, считавшего, что планеты образовались из раскаленного вещества, вырванного из Солнца пролетавшей мимо звездой.

Идея об образовании звезд и планет путем сгущения туманного вещества сохранилась до сих пор. После крушения гипотезы Джинса в 40-х годах XX столетия ученые вернулись к классическим идеям Канта и Лапласа, но в отличие от их чисто механических теорий сейчас учитываются эффекты, связанные с наличием магнитного поля и корпускулярного излучения Солнца. Наряду с этими гипотезами высказаны гипотезы о захвате вещества уже сформировавшимся Солнцем.

Образование планет из протопланетного облака наиболее полно исследовано О.Ю.Шмидтом и его сотрудниками. Весь процесс рассматривался состоящим из двух стадий – образования «промежуточных» тел с относительно небольшими размерами в сотни километров, а затем уже из них аккумулировались планеты. Рост планет земной группы прекратился тогда, когда они вобрали в себя все твердое вещество. Луна, вероятно, образовалась либо как отрыв части Земли (гипотеза Дарвина), либо была сформирована, как и другие планеты, путем аккумуляции промежуточных тел на ранней стадии формирования Земли.

Развитие представлений о Солнечной системе связано с появлением многочисленных, все более совершенных наблюдательных инструментов и с развитием способов обработки полученных сведений. Был сделан также ряд открытий. В 1748 г. английским астрономом Джеймсом Брадлеем была открыта нутация земной оси. Исследуя движения звезд, английский астроном Вильям Гершель в 1783 г. пришел к выводу о движении Солнечной системы в пространстве. Для проведения наблюдений за прохождением Венеры по диску Солнца в 1761, 1769, 1874 и 1882 гг. снаряжались многочисленные экспедиции, что дало возможность позже получить первые, близкие к современным, данные о значении расстояния от Земли до Солнца.

Пополнялись данные и о составе Солнечной системы. В 1781 г. они пополнились открытием В. Гершелем Урана, в 1846 г. – Нептуна, который был открыт французским астрономом Урбеном Леверье «на кончике пера» – по неправильностям в движениим планеты Уран. В 1930 г. была открыта самая удаленная от Солнца планета Плутон. Эта планета была открыта американским любителем астрономии К.Томбо, руководствовавшимся теоретическими предсказаниями П.Ловелла, предвычислившего еще в 1591 г. движение неизвестной планеты по возмущениям в движении Урана.

В 1801 г. итальянским астрономом Дж. Пиацци была открыта первая малая планета, а к 60-м годам XX в. их стало известно 1700, среди которых имеются весьма близко подходящие к Земле.

Особый интерес представляют кометы – «хвостатые звезды», первые сведения о которых известны еще из древних китайских хроник. В соответствии с учением Аристотеля в Европе считали, что кометы возникают и движутся в атмосфере Земли, что

это земные пары, поднявшиеся вверх и загоревшиеся от приближения к «сфере огня», причем их хвосты – это пламя, гонимое ветром.

Неожиданные появления необычных небесных светил, какими представляются яркие кометы, всегда производило сильное впечатление, и такое появление принимались за разного рода предзнаменования, например, появление кометы в 1811 г. связывалось с нашествием полчищ Наполеона.

В настоящее время установлено, что в пределах Солнечной системы обращаются многие миллиарды комет, но вопрос об их происхождении остается открытым.

Вопросу возникновения Солнечной системы и объяснению особенностей ее строения посвятили свои усилия многочисленные исследователи, например, Декарт (1596–1650), Кант (1724–1804), Бюффон (1707–1788), Лаплас (1749–1827), Дарвин (1845–1912), Хойл (1944,1958), Койпер (1951), Мак-Кри и некоторые другие.

По Джинсу и Джеффрису, первичное Солнце некогда встретилось со звездой. При этом сближении, произошедшем на расстояниях порядка величины их диаметров, под приливным воздействием Солнце выбросило огромную сигарообразную струю вещества в сторону проходящей звезды. Из этой струи в результате ее разделения и последующей конденсации образовались планеты.

В.Чемберлен и Ф.Мультон предполагали, что в результате близкого прохождения или даже касательного столкновения Солнца с другой звездой образовался выброс солнечного вещества, из которого и образовались планеты и их спутники. Выброшенное солнечное вещество – солнечный газ, остывая, образовал малые сгущения вещества – планетезимали, объединение которых привело к формированию планет.

Развитие планетной космогонии в нашей стране связано главным образом с деятельностью двух крупных ученых-академиков В.Г.Фесенковым (1898–1972) и О.Ю.Шмидтом (1891–1956).

В.Г.Фесенков разработал теорию изменения вращательного момента звезды в результате истечения из нее массы вещества. Применив эту теорию к Солнцу, ученый отмечал, что первичное Солнце должно быть окруженным газово-пылевой средой в виде плоского диффузионного облака, уплотненного в средней части. Ныне существующие планеты образовались из этого облака и сохраняют часть его вращательного момента. Сгущения в отдельных частях протопланетного диска привели к образованию планет.

О.Ю.Шмидт и его ближайшие сотрудники Б.Ю.Левин и В.С.Сафронов приняли точку зрения о совместном образовании Солнца и околосолнечной газово-пылевой среды. За время существования облака происходил процесс оседания пыли в экваториальной плоскости Солнца, при этом самые большие пылинки успевали вырасти до сантиметровых размеров. Железные частицы, в отличие от каменных, чаще объединялись при столкновениях и быстрее образовывали тонкий диск, создавая предпосылки для образования планет.

Первый шаг в познании химической истории планет Солнечной системы при их возникновении был сделан выдающимся американским ученым лауреатом Нобелевской премии Гарольдом Юри (1893–1981) в 1952 г. в книге «Планеты, их происхождение и развитие». Он допустил, что Земля возникла из почти однородной смеси

силикатов и металлического железа путем аккреций (аккумуляции) планетезималий, в разной степени растерявших летучие вещества при относительно низких температурах.

Наиболее признанной в настоящее время является концепция О.Ю.Шмидта, согласно которой планетная система образовалась из огромного уплощенного газопылевого протопланетного облака, некогда окружавшего Солнце (вопрос о происхождении самого облака не рассматривался). Земля и родственные ей планеты от Меркурия до Марса аккумулировались из твердых тел и частиц, а при аккумуляции гигантов, по крайней мере, Юпитера и Сатурна, содержащих в основном водород, участвовал наряду и твердыми телами также и газ.

Вайцзекер в 1943 г. выдвинул физическую теорию турбулентностей, согласно которой планеты возникли из сильно сплюснутой газовой туманности, вращающейся вокруг Солнца.

В.Г.Фесенков в 1943–1960 гг. обратил внимание на важную роль в формировании первичных вихрей-планет конвекционных токов вещества и протопланетной туманности.

Английский физик Ф. Хойл в 1944 г. предложил гипотезу о формировании планет из горячего звездного газа, а в 1960 г. он же предложил гипотезу о формировании планет из холодного межзвездного вещества. Он же известен в космогонии как автор идеи о возможности переноса момента количества движения от Солнца к планетам электромагнитным путем.

Американский астроном Дж.П.Койпер предположил, что Солнце образовалось в очень плотном облаке и что при этом осталась туманность в форме диска радиусом в несколько десятков астрономических единиц, которая вращалась вокруг Солнца и из которой в дальнейшем сформировались планеты.

Английский астрофизик У.Мак-Кри рассмотрел процессы гравитационной конденсации околозвездной туманности размером до двух световых лет и проанализировал ее возможную эволюцию при неоднородной плотности. Эту идею он использовал для объяснения происхождения Солнечной системы.

Таким образом, и современных гипотез о происхождении Солнечной системы более чем достаточно.

В настоящее время установлено, что Солнечная система – система небесных тел состоит из Солнца, центрального тела солнечной системы, 9 планет, обращающихся вокруг него, пояса астероидов, или малых планет (числом около 40.000), 33 спутников планет, обращающихся вокруг планет, комет, метеорных тел, космической пыли, магнитных и электрических полей, исходящих из Солнца и планет, и потоков элементарных заряженных и электрически нейтральных частиц.

8.2. Некоторые положения небесной механики

Небесная механика – раздел астрономии, изучающий движения тел Солнечной системы в гравитационном поле. Важным разделом небесной механики является астродинамика, исследующая движения искусственных небесных тел.

Термин «небесная механика» впервые введен П.Лапласом в 1798 г. Задачи небесной механики делятся на четыре большие группы:

1. Разработка общих вопросов движения небесных тел в гравитационном поле;
2. Построение математических теорий движения конкретных небесных тел как естественных, так и искусственных (планет, их спутников, комет, космических зондов);
3. Сравнение теоретических исследований с астрономическими наблюдениями и определение таким путем фундаментальных астрономических постоянных (элементов орбит, масс планет, параметров Земли и т.п.);
4. Составление астрономических эфемерид (астрономических ежегодников), которые концентрируют в себе результаты теоретических исследований в области небесной механики, астрометрии, звездной астрономии, геодезии и др.

Задачи небесной механики достаточно сложны, поэтому для частных случаев вводятся допустимые упрощения. Но по мере возрастания требований к точности задача усложняется.

Так, в первом приближении, движение планеты или кометы можно рассматривать как происходящее в поле тяготения одного только Солнца. Теория движения спутников уже требует учета поля тяготения не только своей планеты, но и Солнца, т.к. его масса существенно больше любой планеты. На движение близких к планете спутников оказывает дополнительно влияние форма планеты.

На логике развития небесной механики целесообразно остановиться подробнее.

На протяжении многих веков были получены качественные данные о положении звезд и планет, и только положения отдельных их них фиксировались количественно.

Затем, уже в XVI в., были получены количественные данные для ограниченного числа планет (Т.Браге). На основании изучения практически невозмущенного движения этих планет были получены законы их движения (законы Кеплера). Поиски общей причины привели к открытию общей причины для этих законов (Закон всемирного тяготения Ньютона). На основании этого общего закона появилась возможность изучения видимых движений почти всех планет и предсказания их положений на небосводе как в прошлом, так и в будущем с высокой точностью.

Дальнейшее распространение полученных закономерностей стало приводить к парадоксам, что означало необходимость дальнейшего уточнения законов. Это лучше было делать путем выявления физических причин, лежащих в основе явления тяготения. Однако этого шага сделано не было, а вместо этого были предприняты различные попытки подогнать математическое описание закона под вновь обнаруженные факты, в основном путем внесения представлений об искривлениях пространства.

Небесные координаты – числа, с помощью которых определяют положение светил на небесной сфере, на которую проектируются небесные светила. В астрономии используются различные небесные координаты, но все они представляют систему полярных координат на сфере. Систему небесных координат задают большим кругом небесной сферы (или его полюсом, отстоящим на 90° от любой точки этого круга) с указанием на нем начальной точки отсчета одной из координат. В зависимости от выбора этого круга системы небесных координат называются горизонтальной, экваториальной, эклиптической и галактической.

В *горизонтальной системе* основным кругом служит математический или истинный горизонт, а полюсом – зенит места наблюдения.

В *первой экваториальной системе* основным кругом служит небесный экватор, полюсом – полюс мира, видимый из данного места. Координаты светила на небосводе задаются склонением – величиной угла, отсчитываемого от экватора, и часовым углом, отсчитываемым от местного небесного меридиана до меридиана светила. 1 часу соответствует 15° угла.

Во *второй экваториальной системе* вместо часового угла используется прямое восхождение светила α, отсчитываемого от точки весеннего равноденствия в направлении, обратном вращению небесной сферы до круга склонения данного светила. а выражают в часах, минутах и секундах времени. Координаты точки не зависят от места наблюдения.

В *эклиптической системе* основным кругом служит эклиптика – проекция на небесную сферу плоскости орбиты Земли, полюсом – полюс эклиптики. Угол (дуга) от эклиптики до светила β называется эклиптической или небесной широтой, отсчитывается от эклиптики к Северному (положительное) или к Южному (отрицательное) направлениях.

Небесная, или астрономическая, долгота λ отсчитывается в направлении годичного движения Солнца. Координаты β и λ не меняются в течение суток и не зависят от места наблюдения.

В галактической системе основным кругом служит галактический экватор – большой круг, параллельный плоскости симметрии Млечного Пути, полюсом – полюс этого круга. Северный полюс этой системы имеет координаты α = 12ч 49м; δ = +27,4°. Галактическая долгота светила отсчитывается от точки пересечения галактического экватора с небесным экватором (пр. восх. 18ч 49м).

Из наблюдений с помощью оптических инструментов определяют координаты первых трех систем. Эклиптические и галактические координаты определяются с помощью вычислений.

Основой расчетов движения планет вокруг Солнца являются законы Иоганна Кеплера. Однако все законы Кеплера ориентированы на невозмущенное движение планет и непосредственно могут быть использованы только для расчетов орбит лишь в первом приближении.

Первый закон Кеплера: планеты вокруг Солнца движутся по эллиптическим орбитам, в одном из фокусов которого находится Солнце (рис. 8.5).

Второй закон Кеплера: в невозмущенном движении площадь, описываемая радиусом-вектором движущейся точки, изменяется пропорционально времени, т.е. за

равный промежуток времени проходится одна и та же площадь сектора.

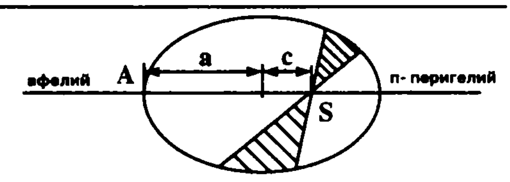


Рис. 8.5. Эллиптическая орбита планеты и Второй закон Кеплера. Солнце находится в точке S - одном из фокусов орбиты.

Третий закон Кеплера: в невозмущенном эллиптическом движении двух материальных точек произведения квадратов времен обращения на суммы масс центральной M и движущейся точек m относятся как кубы больших полуосей их орбит, т.е.

$$\frac{T^2(M_1+m_1)}{T^2(M_2+m_2)}=\frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

Закон всемирного тяготения, открытый Ньютоном, носит более общий характер и в настоящее время положен в основу всех расчетов современной небесной механики.

Орбиты, по которым могут двигаться тела вокруг Солнца, бывают круговыми, эллиптическими, параболическими и гиперболическими.

Эксцентриситет эллиптической орбиты исчисляется по формуле:

$$e=\sqrt{1-b^2/a^2},$$

где a и b – соответственно большая и малая полуоси орбиты. При $a = b$ эксцентриситет $e = 0$ и орбита становится круговой.

Все тела, стационарно находящиеся в Солнечной системе, движутся по эллиптическим орбитам. Спутники планет движутся по эллиптическим орбитам вокруг своих планет, которые находятся в одном из фокусов этих орбит.

Космические скорости – критические значения скоростей космических тел, при которых тело (комета или искусственный аппарат) переходит на другой тип орбиты.

Первая космическая скорость называется круговой скоростью и исчисляется по формуле:

$$v_1=\sqrt{GM/r},$$

где G – постоянная тяготения, а M – масса Земли. При достижении первой космической скорости, направленной перпендикулярно направлению к центру Земли, аппарат переходит на круговую орбиту, при меньшей скорости – на эллиптическую орбиту, попадая затем в плотные слои атмосферы.

Вторая космическая скорость называется скоростью освобождения (убегания, ускользания), или параболической скоростью, и исчисляется по формуле:

$$v_2=v_1\sqrt{2}.$$

При этой скорости тело будет двигаться по параболической орбите и освободится от гравитационного влияния тела M. Скорости, меньшие параболической, называются эллиптическими, а большие – гиперболическими, по названиям типов орбит, на которые переходит тело (рис. 8.6).

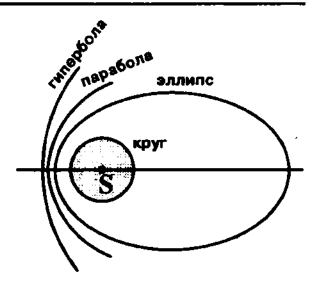


Рис. 8.6. Типы орбит.

Третья космическая скорость определяется из условия, что космическое тело способно освободиться от гравитационного влияния Солнца и покинуть пределы Солнечной системы. Вблизи орбиты Земли эта скорость составляет 42,1 км/с и не может быть относительно Земли меньше, чем 12,33 км/с, для чего при запуске на высоте 200 км от поверхности Земли она должна составлять 16,6 км/с.

8.3. Солнце

Солнечная система входит в состав одного из двух рукавов Галактики, примерно на расстоянии 2/3 ее радиуса от центра (рис. 8.7).

Солнце – центральное тело Солнечной системы, представляет собой раскаленный плазменный шар. Солнце – ближайшая к Земле звезда Вселенной, относящаяся к разряду желтых карликов. Его звездная величина 4,83, т.е. это ничем не примечательная звезда, каких в Галактике много.

Масса Солнца, определенная на основе Закона всемирного тяготения, – $1{,}99 \cdot 10^{30}$ г, в 332.958 раз больше массы Земли. В Солнце сосредоточено 99,866% массы Солнечной системы, а во всех планетах, кометах, астероидах и космической пыли только 0,134%.

Средний угловой диаметр Солнца составляет 1919″,26 (0,53 град), чему соответствует линейный диаметр Солнца 1,41 млн. км. (в 109 раз больше диаметра Земли). Средняя плотность Солнца – $1.43 \cdot 10^3$ кг/м^3 , что в 1,41 раза больше плотности воды (средняя плотность Земли – $5{,}52 \cdot 10^3$ кг/м^3). В центре Солнца плотность составляет около $1{,}5 \cdot 10^5$ кг/м^3 , т.е. в 150 раз больше плотности воды, давление – $3{,}4 \cdot 10^{16}$ Н/м^2, или $3 \cdot 10^3$ атм.

Температура поверхности Солнца – 5770 °К., в глубине температура составляет 10–15 млн. град. К.

Вторая космическая скорость на поверхности Солнца – 618 км/с (у Земли – 11,18 км/с). Ускорение силы тяжести на поверхности – 273,98 м/с , что в 27,5 раза больше, чем ускорение силы тяжести на поверхности Земли. Но на глубине, при радиусе в 0,217 солнечного, ускорение силы тяжести только в 6,5 раза больше.

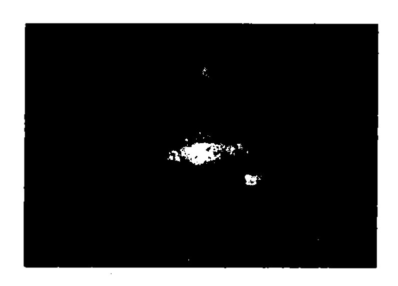


Рис.8.7. Расположение Солнечной системы в Галактике.

Ежесекундная энергия, излучаемая Солнцем (его светимость), составляет $3{,}83.10^{26}$ Вт,

плотность потока излучения, приходящаяся на единицу площади поверхности (яркость), – $6{,}29 \cdot 10^7$ Вт/м^2, у Земли она составляет $1{,}36 \cdot 10^3$ Вт/м^2.

Считается, что источником энергии, пополняющим потери на излучение и поддерживающим высокую температуру Солнца, являются ядерные реакции, происходящие в недрах Солнца, при которых водород превращается в гелий, однако эти расчеты минимум на два порядка не соответствуют реальной картине, т.к. при имеющейся энергии излучения Солнце давно должно было израсходовать весь водород.

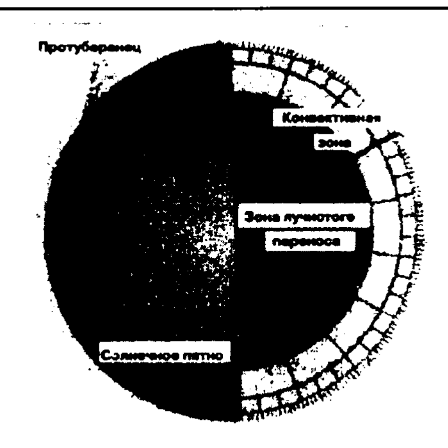


Рис. 8.8. Схематический разрез Солнца.

Полное излучение Солнца определяется по освещенности, создаваемой им на поверхности Земли, – около 100 тыс. лк., когда Солнце находится в зените. Вне атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца освещенность равна 127 тыс. лк.

Сила света Солнца составляет $2{,}84 \cdot 10^{27}$св., а мощность общего излучения Солнца – $3{,}83 \cdot 10^{26}$ Вт, из которых на Землю попадает $2 \cdot 10^{17}$ Вт.

Солнечное вещество содержит по массе свыше 70% водорода, 27% гелия и около 2,5% других элементов, среди которых больше всего кислорода, азота и углерода.

Внутреннее строение Солнца определено в предположении, что оно является сферически симметричным телом и находится в равновесии. Это не точно, т.к. Солнце, как и всякое вращающееся тело, должно быть несколько сжато по полюсам (у Земли такое сжатие составляет 0,33%).

По своему строению Солнце дифференцировано на ряд концентрических сфер или областей, каждая из которых обладает специфическими особенностями (рис.8.8). В центре находится ядро, затем область лучистого переноса энергии, далее – конвективная зона и, наконец, атмосфера. Она состоит из трех частей – фотосферы, хромосферы и короны.

Почти все излучение Солнца исходит из нижней части его атмосферы, называемой ***фотосферой***. Толщина фотосферы около 300 км, средняя плотность $3 \cdot 10^{-4}$ кг/м^3, т.е. 0,03% от плотности атмосферы Земли на уровне океана. Среднее значение температуры фотосферы около 4200°К.

Структура атмосферы – грануляционная, т.е. зернистая, что проявляется в неравномерной яркости ее участков. Размер гранул – 150-1000 км, время жизни – 5-10 мин. Иногда гранулы образуют скопления по 30 000 км в диаметре.

Выше фотосферы расположен слой ***хромосферы***, которая видна только во время солнечных затмений как розовое кольцо вокруг Солнца. На краю диска хромосфера представляется как неровная полоска, из которой выступают отдельные зубчики – ***спикулы***. Диаметр спикул – 200-2000 км, высота – 10 000 км, скорость подъема плазмы в них 30 км/с. Одновременно на поверхности Солнца существует до

250 тыс. спикул. Спикулы образуют узлы сетки – мелкие диаметром 1000 км и крупные диаметром 2000-8000 км. Сами ячейки сетки имеют размер 30-40 тыс. км.

На Солнце видны ***пятна***, имеющие характерную вихревую структуру. В хромосфере имеет место хаотическое турбулентное движение. На фоне неба видны яркие волокна, факелы и ***протуберанцы*** – выбросы из хромосферы. Все протуберанцы делятся на три группы – электромагнитные, в которых движение происходит по линиям магнитного поля, хаотические, в которых преобладают турбулентные движения со скоростью порядка 10-30 км/с, и эруптивные, в которых вещество первоначально спокойного протуберанца внезапно выбрасывается с возрастающей до 700 км/с скоростью. В активных областях хромосферы наблюдаются внезапные и сравнительно кратковременные увеличения яркости, длящиеся от нескольких минут, до нескольких часов. При вспышках выделяется большое количество энергии. Некоторые из них сопровождаются сильным излучением космических лучей, представляющими опасность для космонавтов.

Солнечная корона – самая внешняя и наиболее разреженная часть атмосферы. Общая форма короны меняется с фазой цикла солнечной активности, в годы минимума корона сильно вытянута вдоль экватора, в годы максимума она почти сферична.

В активности Солнца четко прослеживается 11-летний цикл, связанный,по всей видимости, с обращением Юпитера вокруг Солнца, а также подциклы, связанные с движением вокруг Солнца тяжелых планет. Сама же активность Солнца существенным образом влияет на процессы, происходящие на Земле – в атмосфере, магнитосфере и биосфере. Кроме того следует помнить, что вся энергия на Земле (кроме атомной) имеет в своей основе энергию Солнца либо текущую (энергия ветра, падающей воды и т.п.), либо запасенную (энергия, выделяющаяся при сгорании всех видов горючего).

8.4. Планеты Солнечной системы

Основные параметры планетных орбит Солнечной системы приведены в таблице 8.1.

Табл.8.1

Планета	Ср, расстояние от Солнца в а.е.	Эксцентриситет орбиты	Угол наклона к эклиптике, град.	Период обращения в годах
Меркурий	0,387	0,206	7,00	0,24
Венера	0,723	0,007	3,39	0,62
Земля	1,0	0,16	–	1,00
Марс	1,524	0,093	1,85	1,88
Астероиды	2,8	0,151ср	9,54	
Юпитер	5,203	0,043	1,31	11,86
Сатурн	9,539	0,056	2,49	29,46
Уран	19,19	0,046	0,77	84,02
Нептун	30,05	0,08	1,77	164,79
Плутон	39,75	0,253	17,15	250,6

За ***плоскость эклиптики*** принята плоскость, в которой лежит орбита Земли, орбиты остальных планет исчисляют свой наклон от этой плоскости. Плоскость вращения Солнца наклонена к эклиптике на $7^0 15'$.

Расстояние между Солнцем и орбитами планет подчиняется эмпирической зависимости **правила Тициуса-Боде** (предложено И.Тициусом в 1766 г. и получило известность благодаря работам И.Бодэ 1772 г.), согласно которому выраженные в астрономических единицах расстояния планет получают из числовой зависимости 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384, образующей, начиная с числа 3, геометрическую прогрессию, путем прибавления к каждому числу числа 4 и затем деления на 10. Полученные результаты 0,4; 0,7; 1,0; 1,6; 2,8; 5,2; 10,0; 19,6; 38,8 с погрешностью не более 3% представляют расстояния орбит от Солнца, выраженные в астрономических единицах. Из этой зависимости выпадает только Нептун. ***Астероиды*** – малые планеты, орбиты которых проходят между Марсом и Юпитером, укладываются в эту зависимость.

Основные параметры больших планет приведены в таблице 8.2, их основные физические параметры приведены в таблице 8.3.

Табл.8.2

Планета	Масса*	Объем*	Диаметр экваториальный	Сжатие*	Средняя плотность	Ускорение силы тяжести
Меркурий	0,0543	0,052	0,38	0,00	5,7	0,38
Венера	0,08136	0,910	0,95	0,00	4,94	0,90
Земля	1,000	1,00	1,00	1/298,2	5,516	1,00
Марс	0,107	0,148	0,53	1/190	3,99	0,38
Юпитер	317,37	1314	11,11	1/15,3	1,33	2,35
Сатурн	95,08	744	9,41	1/10,2	0,71	0,92
Уран	14,61	54	3,98	1/33	1,49	0,92
Нептун	17,23	46	3,88	1/60	2,09	1,15
Плутон	0,8?	1?	0,47	?	4,4?	0,5?

* Параметр дан в единицах соответствующего параметра Земли.

Табл.8.3

Планета	Период вращения относительно звезд	Наклон плоскости экватора, град.	Средняя темпер., град. С	Координаты северного конца оси вращения пр.восх. склон.		Число спутников
Меркурий	58,65 сут.	0°?	+340	254°	+70°	0
Венера	243,0 сут.	178	+480	273	+66,0	0
Земля	23ч.56′4,1″	223,5	+12	–	+90	1
Марс	24ч.37′22,7″	25,2	–53	317,32	+52,8	2
Юпитер	9ч.50′30″	3,1	–160	268,00	+64,52	12
Сатурн	10ч.14′	26,4	–190	38,5	+83,31	10
Уран	10ч.0,8′	98	–210	76,76	+14,92	5
Нептун	15,8ч.	29	–160	294,91	+40,53	2
Плутон	6,39ч.	?	?	?	?	?

Общая масса астероидов, число которых уже составляет 40 000, равно примерно 0,1% от массы Земли. Самые крупные малые планеты имеют в диаметре: Церера – 770 км, Паллада – 490 км, Веста – 385 км. Размеры других намного меньше. Всем этим планетам присваивают женские имена. Близость числовых значений больших полуосей орбит малых планет и соответствие орбит правилу Тициуса-Боде позволила Ольберсу в 1807 г. сформулировать гипотезу о том, что раньше на этом месте находилась планета Фаэтон, которая по какой-то причине потерпела катастрофу.

Однако среди малых планет имеются планеты, траектории которых сильно отличаются от остальных. Таким планетам присваивают мужские имена. Так, в 1898 г. была открыта малая планета, орбита которой пересекала орбиту Марса и подходила к орбите Земли ближе, чем орбиты больших планет, до 22,5 млн. км., в то время как наименьшее расстояние между орбитами Марса и Земли составляет 56 млн. км., а Венеры – 40 млн. км. Эта планета названа Эрос. В дальнейшем была открыта целая группа таких планет, в т.ч. Гермес (1937), который подходит к Земле на расстояние до 700 000 км. В 1920 г. была открыта планета Гидальго, орбита которой расположена между орбитами Марса и Сатурна. Планета Икар, открытая в 1949 г., имеет орбиту, похожую на орбиту короткопериодической кометы.

Представляется целесообразным все подобные планеты разделить на две группы: одну, подтверждающую гипотезу взрыва Фаэтона, если бы расчеты подтвердили их происхождение из общего центра; вторую, как возможные астероидные остатки бывших короткопериодических комет.

8.5. Кометы

Кометы (от греч. kometes – звезда с хвостом, букв. длинноволосый) – хвостатые звезды – самые загадочные обитатели Солнечной системы. На протяжении тысячелетий они будоражили воображение людей, их появление на небе вызывало смятение. По мнению многих, появление комет означало грядущие эпидемии оспы и чумы, опустошительные войны и нашествия. Но ни происхождение комет, ни их устройство не поняты до сих пор.

Кометы – тела Солнечной системы, имеющие вид туманных объектов, обычно со светлым сгустком – ядром в центре и с хвостом. Количество комет в Солнечной системе чрезвычайно велико и достигает сотен миллиардов. Однако наблюдениям доступно лишь малое число комет, заходящих внутрь орбиты Юпитера. Комета наблюдается тогда, когда ее ядро – небольшое ледяное тело – приближается к Солнцу на расстояние, меньшее 4-5 а.е., т.е. на расстояние порядка 600-700 миллионов километров. Тогда оно прогревается лучами Солнца, и из ядра начинают выделяться газ и пыль. Так считают ученые.

В отличие от планет кометы движутся по вытянутым траекториям, подходя близко к Земле и другим планетам, но дальняя часть орбиты – афелий – у многих комет выходит далеко за пределы Солнечной системы. А некоторые кометы и вовсе в нее не обращаются.

К 1971 г. было вычислено около одной тысячи систем элементов орбит комет, результаты вычислений сведены в каталоги. Существуют кометы короткопериодические с

периодом обращения вокруг Солнца менее 200 лет и длиннопериодические с большим периодом. Кометы, обладающие гиперболическими орбитами, удаляясь от Солнца, навсегда покидают Солнечную систему, уходя в межзвездное пространство.

Кометы часто сопровождаются метеорными потоками и даже ливнями метеоритов, когда на Землю обрушивается целый рой «падающих звезд». До Земли, правда, долетают лишь немногие, они получили название болидов, большинство же «звезд», а на самом деле маленьких частиц, сгорает в верхних слоях атмосферы.

Что же такое кометы? Большинство ученых представляют их себе в виде плотной «головы» и разреженного газового «хвоста».

У большинства комет в середине головы наблюдается звездообразное или диффузное яркое ядро, представляющее собой свечение центральной, наиболее плотной зоны газов вокруг истинного ядра кометы.

По современным представлениям ядра комет состоят из водяного льда с примесью «льдов» других газов (CO_2, NH_4 и др.), а также каменистых веществ. Пылинки частично выделяются из ядра при испарении льдов, частично образуются в его окрестностях при последующей конденсации паров. Газ и пыль создают вокруг ядра туманную оболочку – атмосферу кометы, иногда называемую комой, которая и составляет вместе с ядром голову кометы. Голова кометы и ее хвосты не имеют резких очертаний.

Атмосфера кометы непрерывно рассеивается в пространстве и существует лишь тогда, когда происходит выделение газов и пыли из ядра. Под действием светового давления и солнечного ветра – потоков частиц, выделяемых Солнцем, газы и пыль уносятся от ядра, образуя хвосты комет.

Считается, что газовый хвост появляется у кометы, когда она приближается к Солнцу. Астрономы полагают, что сам газ является результатом испарения тела кометы под воздействием солнечного света. Солнечный свет отталкивает выделяемые кометой газ и частицы и образуется «хвост». Правда, бывают кометы и с двумя «хвостами» – один, направленный от Солнца, а второй – к Солнцу. А бывает число «хвостов» и больше, и они разбросаны веером, тут уж Солнце как будто и ни при чем.

Из наиболее замечательных комет прошлого отметим следующие.

1. Комета (1811, I) – самая большая из известных комет, ее поперечник был больше поперечника Солнца.
2. Комета (1882, II) – имела хвост длиной не менее 900 000 000 км, она прошла от поверхности Солнца на расстоянии всего 450 000 км. Скорость ее составляла 480 км/с. Она была самой яркой из известных комет.
3. Комета Энке – периодическая комета, у которой обнаружено уменьшение обращения вокруг Солнца.
4. Комета Биелы (1846, II) – периодическая комета, разделившаяся на две части на глазах у наблюдателей в 1845 г. и давшая начало метеорному потоку.
5. Комета Холмса (1892, III) – замечательна своими внезапными вспышками яркости.
6. Комета Галлея – самая известная из периодических комет (рис. 8.9). Ее возвращение к Солнцу можно проследить по летописям многих народов с 466 г. до н.э. Последнее ее возвращение было в 1986 г.
7. Комета (1901 I) – очень яркая комета, имевшая четыре хвоста, раскинутых веером,

ядро ее было совершенно лишено туманной оболочки.

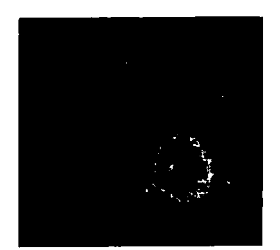
8. Комета Делавана (1914, V) – имеет афелий около 170 000 а.е. и соответственно ее период должен быть около 24 млн. лет.
9. Комета Аренда-Ролана (1956), у которой одновременно были хвосты I и II типов, причем передний хвост выглядел как очень длинный узкий луч, направленный к Солнцу (рис.8.10). Первая комета, у которой обнаружено радиоизлучение.
10. Комета Хиякутаке (1996), у которой явно видно тороидальное строение ядра (рис. 8.11).

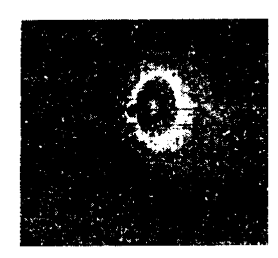


Рис. 8.9. Комета Галлея.



Рис. 8.10. Комета Аренда-Ролана 1957 г.





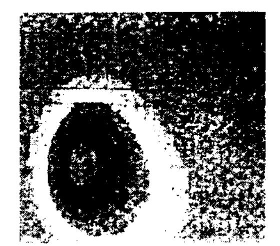


Рис. 8.11. Комета Хиякутаке. Снимки 17 и 21 марта 1996 г.

Давно уже обнаружена связь некоторых метеорных потоков с кометами, двигавшимися ранее по тем же орбитам.

Наблюдения показали, что кометы быстро теряют вещество, и самые стойкие из них живут не более, чем успевают совершить несколько тысяч оборотов вокруг Солнца, это время чрезвычайно мало с космологической точки зрения. Но число их в Солнечной системе составляет миллиарды, астрономы сообщают широкой

публике только о некоторых из них, тех, которые могут быть наблюдаемы невооруженным глазом. И естественно возникают два вопроса:

1. Откуда же взялись все эти миллиарды комет, кто их порождает в настоящее время?
2. Какие опасности таят кометы для жителей Земли?

По мнению советского астронома С.К.Всехсвятского, кометы являются результатом мощных вулканических извержений на больших планетах и их спутниках. По другой гипотезе, выдвинутой голландским астрономом Я.Оортом, кометы приходят из гигантского кометного облака, окружающего Солнечную систему. Это облако простирается на огромные расстояния до 150 тыс. астрономических единиц и образовалось тогда же, когда и все планеты. Тут, правда, становится непонятным существование короткопериодических комет, обращающихся внутри Солнечной системы в пределах орбиты Юпитера. Но это списывается на возмущающее действие планет. Однако первая гипотеза не подтверждена статистикой, а вторая не подтверждена астрономическими наблюдениями. Поэтому вопрос о происхождении комет остается открытым.

А второй ответ вполне определенен: ничего хорошего от столкновения кометы с Землей ждать не приходится ни Земле, ни комете. Но это происходит редко, правда случаи бывали: это и знаменитый 70-тонный Сихотэ-алинский метеорит, упавший 12 февраля 1947 г., но, к счастью, по дороге развалившийся на куски, это, возможно, и еще более знаменитый Тунгусский метеорит 1908 г. И вообще на земной поверхности имеется немало мест, свидетельствующих о встрече с космическими пришельцами. Правда, многие из них выглядят как-то странно: они имеют кольцевую форму, нечто вроде кольцевого желоба, окруженного приподнятым валом, а в центре возвышается горка из рыхлого материала. Не должна бы эта горка уцелеть, если удар пришелся извне...

Одним из таких мест является центр Русской плиты, на которой обнаружена астроблема, названная Пучеж-Катунекой. Внешний диаметр желоба составляет 80 км, глубина – несколько сотен метров, по краям желоба тянется терраса, нечто вроде кольцевого поднятия, а в центре возвышается конический холм, имеющий диаметр основания в 14 км и высоту 1,9 км. Крутизна спадов у него составляет 35-40 градусов.

Надо сказать, что подобных мест много и на Луне, которая открыта нашему взору. Там имеются «цирки» подобного же строения диаметром до 200 км, каждый из них окружен кольцевой горой высотой в несколько километров, и в центре каждого из них возвышается горка тоже высотой в несколько километров, которая тоже никак не могла бы уцелеть при внешнем ударе. И это не вулканы, потому что откуда тогда мог взяться желоб и кольцевая гора вокруг, отнесенная от «вулкана» на десятки километров? Подобные же образования обнаружены и на Марсе, диаметры их составляют 100-200 километров, высота валов – тоже несколько километров, и в центре тоже имеется горка. Хотя ученые полагают, что они имеют взрывное или вулканическое происхождение... А вдруг это следы комет, ведь прогнозировали же ученые возможность столкновения с ними?

Таким образом, возникает серия вопросов по кометам:

– каково происхождение комет?
– что же собой представляют кометы?
– проходят ли кометы в своем развитии какие-либо стадии эволюции?
– почему кометы имеют вытянутые орбиты, резко отличающиеся от орбит планет, как могли сформироваться такие орбиты?

Могут быть заданы и другие вопросы.

Однако на эти вопросы у современной кометологии ответов нет.

8.6. О теоретических проблемах Солнечной системы

Несмотря на то, что Солнечная система и все ее составляющие – Солнце, планеты, их спутники, кометы, астероиды и межпланетная среда – стали объектом пристального внимания с незапамятных времен, полагать, что все они хорошо изучены и никаких проблем больше не существует, нет оснований. На самом деле имеется множество вопросов, на которые ни древние, ни современные астрономы ответа до сих пор не дали.

Основные вопросы, на которые нужно было дать ответы авторам гипотез, были следующие:

1. Каким образом вообще произошла Солнечная система?
2. Почему подавляющая часть массы Солнечной системы (99,87%) заключена в Солнце?
3. Почему плоскости орбит всех планет и всех основных спутников совпадают с плоскостью солнечного экватора?
4. Почему все планеты и само Солнце обращаются в одном и том же (прямом) направлении?
5. Почему сами планеты вращаются вокруг своих осей также в прямом направлении?
6. Почему большинство спутников обращается вокруг своих планет также в прямом направлении?
7. Почему, несмотря на относительно малую массу, система планет несет в себе основной (98%) орбитальный момент?

Существуют и другие вопросы, но эти главные.

Ни одна из известных гипотез не отвечает на все перечисленные вопросы в совокупности. Практически ни одна гипотеза, исключая, разве, гипотезу Декарта, не дала объяснения происхождения материала, из которого образовалась Солнечная система.

Непонятны причины периодической активности Солнца и механизм влияния на него расположения планет.

Непонятны некоторые особенности расположения орбит планет, в частности, почему их средние расстояния от Солнца подчиняются закону Тициуса-Боде. Непонятно расположение орбиты Плутона, который ведет себя так, как будто Солнце расположено не в фокусе его орбиты, что явно не соответствует Закону всемирного тяготения Ньютона.

Не меньше вопросов порождают и спутники планет, но еще больше вопросов возникает в связи с кометами и метеорами. Строение комет никак не объяснено. Природа кометных «хвостов» не исследована. Причина, по которой на месте кометы оказывается группа метеоритов, объяснения не имеет. И так далее, и тому подобное.

Поэтому, несмотря на обилие гипотез, полагать состояние теории Солнечной системы удовлетворительным никак нельзя.

Литература к главе 8.

1. Абалкин В.К., Сочилина А.С. Формирование и динамика Солнечной системы. Л., Знание, 1984, 32 с.
2. Альвен X., Аррениус Г. Структура и эволюционная история Солнечной системы. Пер. с англ. Киев, Наукова думка, 1981, 331 с.
3. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. М., Наука, 1977, 430 с.
4. Берман В.Л. Космогония Солнечной системы. М., изд. МГУ, 1996, 118 с.
5. Варваров Н.А. Человек исследует планеты. М., Машиностроение, 1973, 191 с.
6. Войткевич Г.В. Химическая эволюция Солнечной системы. М., Наука, 1979, 174 с.
7. Войткевич Г.В., Федорова Н.Е. Химические элементы в Солнечной системе. М., Знание, 1973, 64 с.
8. Гребеников Е.А., Рябов Ю.А. Поиски и открытия планет. М., Наука, 1975, 215 с.
9. Давыдов В.Д. Планеты Солнечной системы. М., Знание, 1973, 64 с.
10. Демин В.Г. Судьба Солнечной системы. М., Наука, 1969, 256 с.
11. Зигель Ф.Ю. Путешествия по недрам планет. М., Недра, 1988, 219 с.
12. Коваль И.К. Мир планет. Киев, Наукова думка, 1968, 104 с.
13. Колчинский И.Т. Современные представления о строении Солнечной системы. Киев, Знание, 1979, 22 с.
14. Копонович Э.В. Современные представления о Солнце. М., Знание, 1972, 29 с.
15. Ксанфамалити Л.В. Планеты, открытые заново. М., Наука, 1978, 152 с.
16. Маркелова Л.П. Ключи к планетам. М., Знание, 1976, 125 с.
17. Маракушев А.А. Происхождение и эволюция Земли и других планет Солнечной системы. М., Наука, 1992, 204 с.
18. Маров М.Я. Планеты Солнечной системы. М., Наука, 1981, 256 с.
19. Миесиров В.Г. Новый взгляд на образование Солнечной системы и эволюцию Вселенной. М., Машиностроение, 1993, 95 с.
20. Мирошниченко Л.И. Солнце и космические лучи. М., Знание, 1970, 80 с.
21. Миттон С. Дневная звезда: рассказ о нашем Солнце. Пер. с нем. М., Мир, 1984, 207 с.
22. Мороз В.И. Физика планет. М., Наука, 1967, 496 с.
23. Рябов Ю.А. Движения небесных тел, 4 изд., М., Наука, 1988, 237 с.
24. Солнечная система. Сб. ст., пер. с англ.,М., Мир, 1978, 200с.
25. Солонский Ю.А., Хилов Е.Д. Солнце – загадки и открытия. Л., Знание, 1989, 31 с.
26. Степанян Н.Н. Наблюдаем Солнце. М., Наука, 1992, 125 с.
27. Хаббард У.Б. Внутреннее строение планет. Пер с англ. М., Мир, 1980, 631 с.
28. Цикл Ф.Я. Семья Солнца: планеты и спутники Солнечной системы. М., Мир, 1984.

Глава 9. ЗЕМЛЯ

«Есть в сердце земном иное неизмеримое могущество, которое по временам заставляет себя чувствовать на поверхности и коего следы повсюду явствуют, где дно морское на горах, на дне морском горы видим».

М.В.Ломоносов. О слоях земных

9.1. Краткая история представлений о происхождении и строении Земли

Вопрос о происхождении самой Земли не стоял так остро, как проблема ее места в Солнечной системе и шарообразности формы. Однако эта проблема являлась частью общего мировоззрения, и ей уделялось внимание и церковью, и учеными-естественниками.

История представлений о Земле неразрывно связана с историей представлений об устройстве Вселенной в целом. Многие века и даже тысячелетия у народов господствовал взгляд о том, что Земля – это центральное и самое большое тело во Вселенной. Идеи геоцентризма уже в древнем мире были одобрены богословами, поскольку такой взгляд не противоречил религиозным учениям о сотворении мира.

Однако первые шаги к правильному пониманию мира сделали именно древние ученые. Так, древнегреческий ученый Пифагор (VI в. до н.э.), много путешествовавший, первым высказал мысль о шарообразности Земли. Философ Аристотель (IV в. до н.э.) доказывал, что Земля – шар, ибо в южных странах на небе появляются созвездия, невидимые в северных, а чем дальше мы двигаемся к северу, тем все больше появляется на небе не заходящих звезд. Постепенно идея о том, что Земля – шар, висящий в пространстве и ни на что не опирающийся, все шире распространялась среди античных мыслителей. И уже тогда появлялись мысли о том, что центром Вселенной является не Земля, а Солнце. Так, Архимед писал: «Аристарх Самосский... полагает, что неподвижные звезды и Солнце не меняют своих мест в пространстве, что Земля движется по окружности вокруг Солнца, находящегося в центре».

Наконец, за 300 лет до н.э. географ Эратосфен путем остроумного опыта попытался определить размеры земного шара. Заметив, что в день летнего солнцестояния в городе Сиене (теперь Асуан) Солнце стоит в зените и поэтому освещает дно самого глубокого колодца, он измерил угол падения солнечных лучей в тот же день в Александрии. Зная расстояние между этими городами, Эратосфен легко вычислил длину окружности земного шара. Его расчеты оказались близки к современным.

Однако отсутствие необходимых приборов для наблюдения небесных светил, а также утверждения христианской религии во многом явились препятствием в развитии правильного понимания о месте нашей планеты во Вселенной.

Так еще в древнегреческой философии возникло течение, резко противопоставлявшее небесное и земное. В то время как великий материалист древности Демокрит (V–IV в. до н.э.) развенчивал веру в богов и отрицал божественность небесных светил, Платон (V–IV в. до н.э.), философ-идеалист, говорил, что астрономия изучает на небе идеальный мир, соответствующий достоинствам обитающих там богов. Платон учил, что все небесные светила прикреплены к хрустальным сферам и движение их равномерно и совершенно. Все небесное, по учению Платона, вечно и неизменно. Это представление поддерживал и ученик Платона Аристотель. Он считал, что земной шар состоит из четырех элементов – огня, воздуха, воды и земли. Но этот изменяющийся «подлунный» мир простирается только до Луны, за которой расположен мир совершенный и неизменный, где господствует пятый элемент – невесомый эфир. Латинское название пятого элемента – квинтэссенция – и до сих пор сохраняется в нашем языке как символ чего-то самого главного в каждой вещи и явлении.

Представления Платона и Аристотеля оказали сильное влияние на картину Мира, созданную греческим астрономом Птолемеем во II в., который считал, что Земля находится в центре мира и не может двигаться. Поэтому он создал сложную систему, согласно которой Солнце оказывается на третьем месте от Земли, все планеты движутся не только вокруг Земли, но еще и по дополнительным орбитам (эпициклам), объясняющим видимые пути планет на земном небе. Но уже в эпоху Возрождения (XIV–XVI вв.), когда в Европе в недрах феодализма зарождался новый класс – буржуазия, заинтересованный в развитии производства и совершенствовании техники, начинается новый этап в развитии науки и изучении природы. Наступает век великих географических открытий, доказывающих шарообразность Земли. Астрономические приборы и знание законов движения небесных тел все больше необходимы путешественникам, отправлявшимся в неизведанные края. На кораблях появляются астрономические карты.

Великая эпоха порождает великих ученых и исследователей, среди которых одно из ведущих мест занимает польский ученый Никола Коперник, создатель первой научной – гелиоцентрической – системы мира, обобщенной им в трактате «Об обращении небесных сфер», опубликованном им в 1543 г., в котором он доказывал, что не Вселенная движется вокруг неподвижной Земли, а наоборот, Земля перемещается в космическом пространстве. Провозглашая идею относительности движения, Коперник поставил вопрос о том, что видимое нашим взорам должно быть принято с учетом движения того тела, откуда ведется наблюдение. А Галилео Галилей гипотезу Коперника подтвердил, наблюдая за небесными светилами через созданную им подзорную трубу (1609).

Представления о форме Земли за тысячелетия также подверглись существенным изменениям от плоской, стоящей на трех китах, до шарообразной. Пифагорейцы – последователи учения Пифагора Самосского (VI в. до н.э.), древнегреческого мыслителя, представляющих его как полубога, совершенного мудреца, наследника всей античной и ближневосточной науки, чудотворца и мага– полагали, что все на свете подчинятся гармонии чисел и форм. По этой причине весь Космос должен подчиняться этой гармонии, а Земля должна иметь форму

самой совершенной фигуры – шара. Она не имела права не стремиться к идеалу!

Аристотель еще в IV в. до н.э. не только ссылался на шарообразность Земли, но и давал размеры Земли по окружности – 400 000 греческих стадий. Как получилось это число, указаний нет.

До первого кругосветного путешествия Магеллана поездки купцов носили характер радиальный. Достигнув конечной точки, суда поворачивали обратно, оставляя за кормой неизвестную землю и неудовлетворенное любопытство. При этом чем короче был маршрут и спокойнее путешествие, тем ужаснее оказывались истории и вдохновеннее ложь по возвращении: прием, способный отпугнуть потенциальных конкурентов на открытия дальних стран. Однако, несмотря на пальму первенства по части вранья, именно мореплавателям было дано первым заметить, как постепенно скрываются на горизонте мачты пиратского корабля... Постепенно!.. Не это ли соображение привело древних вавилонян к представлению о Земле в виде полукруглой горбушки, вылезающей боком из безбрежного океана?

В средние века представления о шарообразности Земли и ее движении отрицались как противоречащие священному писанию. Идея шарообразности Земли вновь завоевала признание лишь в эпоху Возрождения с началом Великих географических открытий.

Генуэзец Христофор Колумб, опираясь на античные учения о шарообразности Земли, при поддержке андалусских купцов и банкиров организовал последовательно 4 экспедиции для открытия Индии в западном направлении через Атлантический океан (1 – 1492–93; 2 – 1493–96; 3 – 1498–1500; 4 – 1502–04). Но хотя он и открыл Америку для европейцев, шарообразность Земли доказана не была.

Кругосветное путешествие португальского мореплавателя Фернана Магеллана, завершившееся в 1522 г., доказало шарообразность Земли и наличие единого Мирового океана.

Проблема ***фигуры Земли*** стала полем научного сражения между двумя мощными научными школами, для каждой из них это был сугубо частный вопрос.

И.Ньютон считал, что Земля приняла вид сфероида, близкого к эллипсоиду вращения, вследствие ее вращения около оси и взаимного притяжения составляющих ее масс. Его активно поддержал первый иностранный член Лондонского королевского общества нидерландский механик, физик и математик Хёйгенс Гюйгенс. Но по теории вихрей француза Рене Декарта и по мнению директора Парижской обсерватории основателем династии французских астрономов итальянского астронома и математика Джованни-Доменико Кассини, ставшего во Франции Жаном Домеником Кассини, и его сына Жака, Земля сплющена у экватора и удлинена по направлению к полюсам.

Чтобы решить этот вопрос, надо было измерить хотя бы кусочки дуг меридиана на разных широтах и посмотреть, как соотносятся расстояния, приходящиеся на один градус. После длительных измерений, не давших результата вследствие недостаточной точности, Парижская академия при поддержке морского министра отправила в 1735 г. одну экспедицию в Перу, на экватор, а чуть позже – вторую в Лапландию, поближе к полюсу.

Восемь лет в Кордильерах французские ученые измеряли дугу длиной в три

градуса восемь минут В Лапландии условия были немногим легче. Экспедиции получили в свое распоряжение военные отряды, которые прорубали просеки в лесах, обеспечивая возможность измерений. Сами измерения производились с помощью сосновых жердей с выверенной длиной в десять метров. К большому удивлению членов северной экспедиции, длина градуса оказалась на целых два километра больше, чем полагалось «По Кассини».

Чем ближе к полюсу, тем длиннее становился градус.

Руководитель лапландской экспедиции Мопертюи писал:

«Вернувшись, мы столкнулись со значительными раздорами: Париж, жители которого не могут остаться безразличными ни к какому вопросу, разделился на два лагеря: одни приняли нашу сторону, другие же считали, что для чести нации невозможно, чтобы у Земли осталась иностранная фигура, которую придумали один англичанин и один голландец».

Вольтер в письмах именовал Мопертюи «тем, кто сплющил Землю и всех Кассини».

Сейчас для измерения фигуры Земли и силы тяжести используют уже не сосновые жерди десятиметровой длины, а приборы, установленные на спутниках. Сжатие Земли, например, удалось после запуска спутников определить в сотню раз точнее, чем прежними способами.

Форма нашей планеты изучается и уточняется до настоящего времени. Было установлено, что Земля не вполне правильный шар. Она немного сжата у полюсов и несколько вытянута к Северному полюсу. Первое объясняется вращением планеты вокруг своей оси, второе нашло объяснение только недавно в рамках эфирной теории. Сам же факт вращения был доказан опытным путем. Если с высокой башни сбросить шарик, он будет падать не строго по вертикали, а немного отклоняясь к востоку, так как находясь на верху башни, шарик движется при вращении Земли несколько быстрее, чем основание башни. Отклонение шарика от вертикали невелико. При падении с башни высотой 100 метров оно составляет всего несколько миллиметров, но отклонение есть.

Другое открытие – Закон всемирного тяготения, сделанное английским ученым Исааком Ньютоном, позволило определить массу нашей планеты. В соответствии с этим законом все тела в мире притягиваются друг к другу, причем сила притяжения прямо пропорциональна массе тела: чем больше масса тела, тем с большей силой оно притягивает к себе другие тела. Причем притягиваются не только предметы к Земле и Земля к предметам, но и предметы, находящиеся на планете, друг к другу. И хотя сила притяжения между отдельными предметами на Земле ничтожна, ее можно измерить.

Такой опыт был поставлен английским ученым Генри Кавендишем в 1798 г. При помощи особых, так называемых крутильных весов он измерял, с какой силой большой массивный свинцовый шар притягивает к себе маленькие свинцовые шарики. Кавендиш определил эту силу, затем сравнил ее с другой силой – притяжением маленьких шаров Землей, т.е. их весом. Во сколько раз вторая сила больше первой, во столько раз масса Земли больше массы большого свинцового шара.

Так была взвешена Земля. Масса ее оказалась равной $5976 \cdot 10^{21}$ кг. А зная вес и объем Земли, ученые легко вычислили ее среднюю плотность, она оказалась равной 5518 кг/куб.м.

Ранняя история и геологическая история – существенно различные этапы истории нашей планеты. Если в раннюю историю Земля развивалась так же, как и остальные планеты – Луна, Меркурий, Марс и Венера, – т.е. в очень медленном темпе, то путь развития Земли в геологическое время характеризуется необыкновенно быстрой эволюцией ее внешней области и земной коры. Все же другие планеты продолжают пребывать и в настоящую эпоху как бы в догеологическом прошлом. Для Земли весь период ранней истории составил всего 0,6 млрд. лет, а ее геологическая история составляет период около 4 млрд. лет.

Ранняя история Земли, как и других планет, включает ранние фазы эволюции – фазу аккреции («рождения»), фазу расплавления внешней сферы земного шара и фазу первичной коры («лунную фазу»).

Фазу аккреции надо представлять как непрерывное выпадение на растущую Землю относительно все большего количества крупных тел, укрупняющихся в своем полете при соударениях между собой и притяжением к себе более удаленных мелких агрегатов. Вместе с ними на Землю падали и самые крупные объекты – планетезимали, поперечники которых измерялись многими километрами. В фазу аккреции Земля приобрела примерно 95% современной массы, на что потребовалось 17 млн.лет (А.М.Гудвин полагает, что 400 млн. лет).

Во время аккреции Земля долго оставалась холодным космическим телом, и только в конце этой фазы, когда началась предельно интенсивная бомбардировка ее крупными объектами, произошло сильное разогревание, а затем полное расплавление вещества внешней зоны планеты.

Фаза расплавления внешней сферы Земли устанавливается по аналогии с ранней историей других планет. Это произошло 4,0–4,6 млрд.лет тому назад. К этому времени относят и общую дифференциацию вещества Земли, т.е. образование у нее ядра, мантии и коры.

Ландшафты того далекого времени были уникальны. Вся поверхность Земли представляла собой океан расплавленного тяжелого расплава с прорывающимися из него газами. В этот своеобразный океан продолжали стремительно врываться как малые, так и крупные космические тела, удары которых о жидкую поверхность вызывали образование всплесков и фонтанов тяжелой жидкости. Над раскаленным океаном простиралось сплошь укутанное густыми тучами небо, с которого на поверхность не падало ни капли воды.

«Лунная фаза» – остывание расплавленного вещества внешней сферы Земли вследствие излучения тепла в космос и ослабления метеоритной бомбардировки привело к образованию тонкой первичной коры базальтового состава.

В раннюю историю Земли происходило и формирование гранитного слоя материковой коры, являющейся результатом скопления близ поверхности более легких фракций расплавленной массы вещества недр. Дж.Шоу полагает, что первичная базальтовая кора образовалась уже поверх гранитного слоя. Но сама проблема гранитов очень сложна, и единого мнения по их образованию нет.

В лунную фазу существования Земля постепенно охлаждалась – от температуры плавления базальтов (800–1000°) до 100°С. С преодолением температурного рубежа +100°С связано все последующее преобразование природной среды и эволюция земной коры.

Как только температура опустилась ниже +100°С, из атмосферы выпала вся вода и сухая до того поверхность Земли стала необычайно обводненной. Сформировались поверхностный и грунтовые стоки, возникли водоемы, в том числе и океан. Начал формироваться кругооборот воды в природе.

Геологическая история – это принципиально новый период развития Земли как планеты в целом, так и особенностей ее коры и природной среды. В этом направлении создан ряд теорий и гипотез.

Согласно ***теории гомогенной аккреции*** Земля сформировалась как химически относительно однородный шар Она представляла собой более или менее однородную смесь частиц железа, силикатов, меньше сульфидов, распределенных по всему объему относительно равномерно. Такая смесь в общем напоминала состав обычных хондритов. В процессе аккреции Земля захватила также часть газов, в том числе H_2O, CO_2, H_2.

В соответствии с этой теорией жидкое железо стекло в центр Земли, образовав ядро. Произошла дифференциация вещества и образование геологических сфер. Однако данная теория не в состоянии объяснить происхождение гидросферы и атмосферы Земли, а также отсутствие химического равновесия между металлической и силикатными фазами.

В соответствии с ***теорией одностадийной аккреции*** Земля формировалась из планетезималей в процессе самой аккреции. На каждой стадии существует динамическое равновесие с окружающей туманностью и внутри слоев формирующейся Земли. Однако и здесь есть трудности объяснения существующего состава химических элементов и распределения его по геосферам.

По ***теории гетерогенной аккреции*** весь пылевой материал, возникший при конденсации солнечного газа, состоял из металлических и силикатных частиц. Твердый железоникелевый сплав возник независимо из паровой фазы протопланетного облака и конденсировался при температуре 1770°К. Эти сплавы спекались и падали к центру, продолжая свой рост, чему способствовали их магнитные свойства. Так образовалось ядро Земли. Остальные слои образовывались по мере остывания планеты.

Несмотря на то что практически все теории образования Земли имеют в своей основе аккрецию частиц, первоначально составляющих околосолнечную туманность, все они не могут ответить на многие вопросы: как образовалось само это облако, откуда взялись или как образовались тяжелые элементы, каким образом образовалась атмосфера и т.д.

9.2. Современные представления о строении Земли

9.2.1. Общие положения

Земля занимает пятое место по размеру и массе среди больших планет Солнечной системы, но из планет земной группы, в которую входят Меркурий, Венера, Земля и Марс, она является самой крупной. Важнейшим отличием Земли от других планет Солнечной системы является существование на ней жизни. Условия же для развития жизни на ближайших к Земле телах Солнечной системы неблагоприятны.

Земля третья (по расстоянию от Солнца) большая планета. Масса Земли равна $5976 \cdot 10^{21}$ кг, что составляет 1/448 долю массы больших планет и 1/330000 массы Солнца. Под действием притяжения Солнца Земля, как и другие тела Солнечной системы, обращается вокруг него по эллиптической орбите, мало отличающейся от круговой. Солнце расположено в одном из фокусов эллиптической орбиты Земли, вследствие чего расстояние между Солнцем и Землей в течение года меняется от 147,117 млн.км до 152,083 млн.км. Большая полуось орбиты Земли, равная 149,6 млн. км, принята за единицу при измерении расстояний в пределах Солнечной системы (а.е. – астрономическая единица). Скорость движения Земли по орбите равна в среднем 29,765 км/с. Вместе с Солнцем Земля участвует также в движении вокруг центра Галактики, период галактического обращения составляет около 260 млн.лет, а средняя скорость движения – 250 км/с.

Плоскость земной орбиты (плоскость эклиптики) наклонена в современную эпоху под углом 1,6° к неизменяемой плоскости Лапласа, перпендикулярной главному вектору момента количества движения всей Солнечной системы. Под действием притяжения других планет положение плоскости эклиптики, а также форма земной орбиты медленно изменяются на протяжении миллионов лет. Наклон эклиптики к плоскости Лапласа при этом меняется от 0° до 2,9°, а эксцентриситет земной орбиты от 0 до 0,067, убывая на $4 \cdot 10^{-7}$ в год. Если смотреть на Землю, поднявшись над Северным полюсом, то орбитальное движение Земли происходит против часовой стрелки, т.е. в том же направлении, что и осевое вращение Солнца, и осевое вращение Земли, и обращение Луны вокруг Земли.

Ось вращения Земли отклонена от перпендикуляра к плоскости эклиптики на 23°26,5′ (в середине XX в.), и этот угол уменьшается на 0,47″ в год.

Притяжение Луны создает приливные деформации как атмосферы и водной оболочки, так и «твердой» Земли. Они перемещаются по Земле при ее вращении. В результате вращение Земли замедляется, а Луна удаляется от Земли. Исследования говорят о том, что период вращения Земли вокруг оси возрастает в среднем на несколько миллисекунд за столетие (500 млн. лет назад длительность суток составляла 20,8 ч.). Поскольку Земля имеет сплюснутую форму, а орбита Луны не лежит в плоскости земного экватора, притяжение Луны вызывает медленный поворот земной оси в пространстве – ***прецессию*** (полный

оборот происходит за 26 тыс. лет). Аналогичное действие, но более слабое, оказывает и Солнце. Явление прецессии было открыто во II в. до н.э. греческим астрономом Гиппархом при сравнении долгот звезд, определенных им из наблюдений, с долготами тех же звезд, найденных за 150 лет до него греческими астрономами.

В результате прецессии медленно изменяется картина суточного вращения звездного неба: около 4600 лет назад полюс мира был вблизи звезды а Дракона, теперь он расположен вблизи Полярной звезды (а Малой Медведицы), а через 12 000 лет «полярной» звездой станет Вега (а Лиры). На это движение накладываются периодические колебания направления оси – нутация, основной период которой составляет 18,6 года. Все это и ряд других причин приводят к перемещению географических полюсов по земной поверхности (среднее положение Северного полюса смещается в сторону Северной Америки со скоростью 11 см в год.

Глубокое теоретическое исследование проблемы фигуры Земли было выполнено в восьмидесятые годы прошлого столетия профессором Московского университета Ф.А.Слудским, опубликовавшим в 1888 г. свою работу «Общая фигура Земли». За фигуру Земли он принял уровенную поверхность, совпадающую с поверхностью океанов и продолженную на область континентов при их мысленном выравнивании. Примечательно то, что Слудский считает, что в связи с незнанием распределения масс внутри Земли следует отказаться от каких-либо гипотез об этом распределении и оперировать фактическим значением гравитационного потенциала во внешних точках.

Слудский, построив теорию, произвел вычисление сжатия Земли, высот геоида (термин *геоид* – вид Земли – введен в 1873 г. немецким физиком И.Листингом для условной уровенной поверхности океана) и уклонений отвеса. Он получил сжатие для трехосного эллипсоида 1:297,1. По его вычислениям геоид имеет положительные высоты над океаном и отрицательные над континентом. Понимая нечеткость выводов, он писал, что для уточнения формы Земли «требуется покрыть и океан, и континенты сплошной сетью определений величины силы тяжести. Это чрезвычайно трудная задача, без всякого сомнения, будет разрешена со временем».

Несколько позже петербургским астрономом А.А.Ивановым (1867–1939) была высказана мысль о несимметрии северного и южного полушарий. В дальнейшем это было подтверждено.

Согласно современным космогоническим представлениям Земля образовалась примерно 4,5 млрд. лет назад путем гравитационной конденсации из рассеянного в околосолнечном пространстве газопылевого вещества, содержащего все известные в природе элементы. Формирование Земли сопровождалось дифференциацией вещества, которому способствовал постепенный разогрев земных недр, в основном, за счет теплоты, выделявшейся при распаде радиоактивных элементов – урана, тория, калия и др. Результатом этой дифференциации явилось разделение Земли на концентрически расположенные слои – геосферы, различающиеся химическим составом, агрегатным состоянием и физическими свойствами. В центре образовалось ядро Земли, окруженное мантией. Из наиболее легких и легкоплавких компонентов вещества, выделившихся из мантии в

процессах выплавления возникла расположенная над мантией земная кора. Совокупность этих внутренних геосфер, ограниченных твердой земной поверхностью, иногда называют «твердой» Землей, которая заключает в себе почти всю массу планеты. За ее пределами находятся внешние геосферы – водяная и воздушная, которые сформировались из паров и газов, выделившихся из недр Земли при дегазации мантии. Дифференциация вещества мантии и пополнение продуктами дифференциации земной коры, водной и воздушной оболочек происходили на протяжении всей геологической истории, продолжается сейчас и будет продолжаться до тех пор, пока сама Земля не прекратит свое существование.

Земля обладает гравитационным, магнитным и электрическим полями. Гравитационное притяжение Земли удерживает на околоземной орбите Луну и искусственные спутники. Действием гравитационного поля обусловлены сферическая форма Земли, многие черты рельефа земной поверхности, течение рек, движение ледников и другие процессы.

По современным представлениям Земля состоит из ***геосфер*** – концентрических оболочек, которые от центра к периферии располагаются в следующем порядке (рис.9.1):

- ядро;
- мантия;
- литосфера;
- гидросфера;
- атмосфера;
- магнитосфера.

Ядро Земли – центральная часть Земли и самая глубокая геосфера. Средний его радиус – около 3,5 тысяч километров. Ядро подразделяют на внешнее ядро (жидкое) и субъядро (твердое).

Температура ядра достигает, по-видимому, 5000°С. Предполагается, что ядро состоит из железа с примесью кремния.

Мантия – слой, расположенный от глубины 70 км (верхняя граница) до глубины 2900 км, и делится на верхнюю мантию, толщиной около 900 км, и нижнюю – около 2000 км. Предполагают, что мантия Земли в основном сложена минералом оливином. Благодаря высокому давлению вещество мантии, по-видимому, находится в кристаллическом состоянии. Температура в мантии не превышает 2000–2500°С. Мантия состоит преимущественно из тяжелых минералов, богатых кремнием и железом.

Агрегатное состояние вещества земных недр обусловлено наличием высоких температур и давлений. Материал мантии был бы расплавлен, если бы не высокое давление, вследствие которого вся мантия находится в твердом кристаллическом состоянии, за исключением, возможно, ***астеносферы*** – нижней части верхней мантии, где влияние температуры сказывается сильнее, чем действие давления. Полагают, что здесь вещество мантии находится либо в расплавленном, либо в аморфном состоянии.

Литосфера – внешняя сфера «твердой» Земли, включающая земную кору и часть верхней мантии. Земная кора подразделяется на материковую, которая

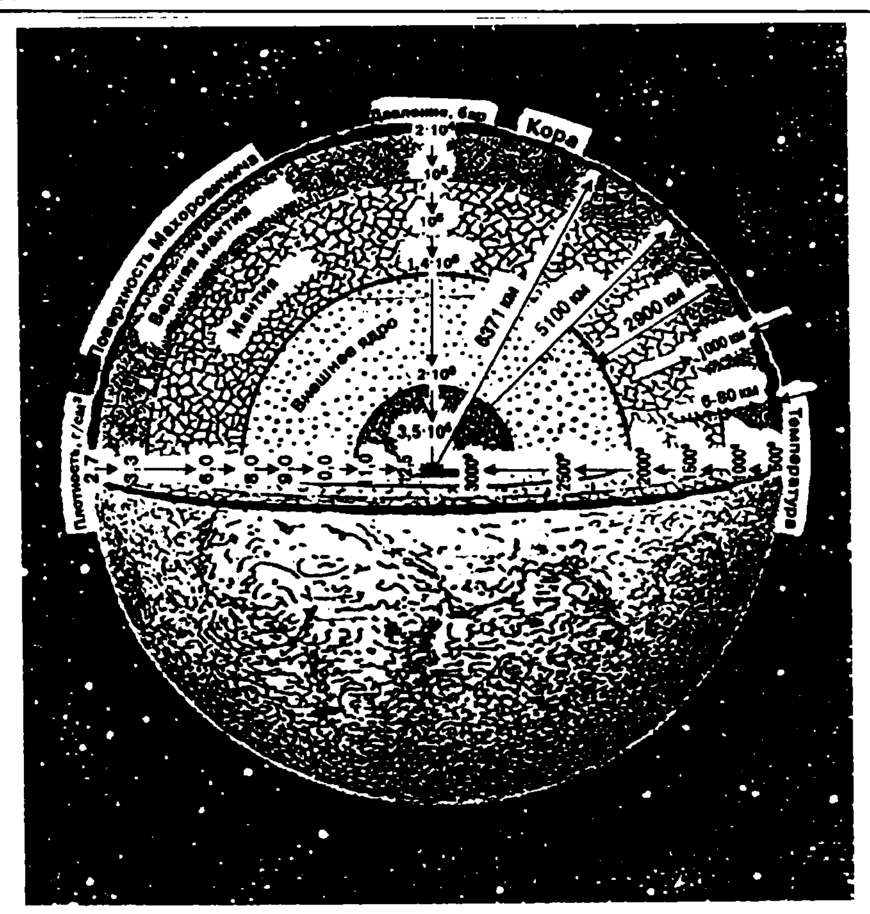


Рис. 9.1. Внутреннее строение Земли.

достигает толщины под равнинами 35–45 км и в области гор до 70 км, и океаническую, которая значительно меньше и достигает 5–10 км. Горные области занимают около 36% всей суши.

Материковая кора имеет три слоя:

– нижний «базальтовый»;

– средний «гранитный»;

– верхний осадочный.

В океанической коре отсутствует гранитный слой, а осадочный имеет уменьшенную мощность. В переходной зоне от материка к океану развивается кора промежуточного типа (субматериковая или субокеаническая).

Земная кора – сокровищница самых разнообразных полезных ископаемых: каменного угля и нефти, газа, руд черных и цветных металлов, минеральных удобрений.

В составе Земли преобладают железо (34,6%), кислород (29,5%), кремний (15,2%), магний (12,7%). Обращает на себя внимание тот факт, что ядра всех этих элементов построены из одних альфа-частиц, что обеспечивает их повышенную по отношению к другим элементам устойчивость. Однако в поверхностном слое Земли распределение иное: 98,6% составляют всего восемь химических элементов, в том числе кислород – 47%; кремний – 27,5%; алюминий – 8,8%; железо – 4,6%; кальций – 3,6%; натрий – 2,6%; калий – 2,5%; магний – 2,1%.

Вещество геосфер Земли находится в непрерывном движении и изменении. Быстрее всего они протекают в жидкой и газообразной оболочках, но основное содержание истории развития земного шара составляет гораздо более медленные изменения, совершающиеся во внутренних геосферах, сложенных преимущественно твердым веществом.

Гидросфера представлена на нашей планете водами Мирового океана, пресными водами рек и озер, ледниковыми и подземными водами.

Большую часть поверхности Земли занимает ***Мировой океан***. Его площадь составляет 361,1 млн. кв. км, что соответствует 70,8% поверхности нашей планеты (причем в Северном полушарии 61% поверхности, в Южном – 81%). Мировой океан является непрерывной водной оболочкой Земли, окружающей материки и острова, и обладающей общностью солевого состава. Мировым океаном суша как бы разделена на 6 материков – Евразия, Африка, Северная Америка, Южная Америка, Австралия, Антарктида – и на острова. Суша поднимается над уровнем моря в среднем на 875 метров.

В течение года с поверхностей морей и океанов испаряется в воздух около 355 тысяч куб. км воды. Большая ее часть (около 90%) затем снова выпадает в виде осадков над поверхностью океана, а остальная влага уносится на сушу, падает на нее дождем и снегом, а затем или реками уносится в океан, или уходит под землю, или консервируется в ледниках. Этот великий круговорот воды оказывает большое влияние на климат и обмен веществ на всей нашей планете. Водяные пары, находясь в воздухе, задерживают в атмосфере тепло Земли. Поэтому чем больше воды испаряет гидросфера планеты, тем мягче ее климат.

Океан делится материками на 4 части: Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый океаны. Площадь их в процентном отношении соответствует 50%; 25%; 21%; 4%. Наиболее глубокая часть океана – это Марианский желоб в Тихом океане (11 022 м).

По геологическим особенностям рельеф океана подразделяют на:

- переходные зоны от океана к материку;
- ложе океана;
- срединно-океанические хребты.

Дно океана образует земная кора океанического типа с малой мощностью (8–10 км) и отсутствием гранитного слоя. Ложе океана сложено базальтами, на них налегает чехол глубоководных осадков. Наиболее древние из известных осадков имеют юрский возраст.

Посреди всех океанов проходят ***рифтовые хребты*** общей протяженностью до 60 тыс. км. Рифтовые хребты состоят из отдельных гор высотой от дна

1,5–2,5 км, между которыми имеются глубокие расщелины. Возраст породы на вершине горы – 5 млн. лет, у подножья – 10 млн. лет, а далее возраст пород океанского дна увеличивается к берегам материков до 200 млн. лет, возраст пород которых составляет 5,5 млрд. лет. Это обстоятельство привело к выводу о возникновении океанического дна в районе рифтовых хребтов, затем продвижении его к материкам и подползании под материковые плиты (***субдукция***).

Среднегодовая температура поверхностных вод океана равна 17,5°С , причем в открытом океане наибольшая температура наблюдается у экватора и достигает 28°С, которая уменьшается по мере приближения к полюсам до –1,9°С. Сезонные колебания температуры наблюдаются до глубины 100–150 метров.

В морях и океане существуют крупные течения (***морские течения***) – поступательные движения масс воды. На поверхности океана они распространяются широкой полосой, захватывая слой воды той или иной глубины. Циркуляция океанических вод определяется как господствующими над океаном ветрами, так и существующей в толще воды разной плотностью. Кроме того, на перемещение вод оказывают влияние приливообразующие силы Луны и Солнца. На направление течений большое влияние оказывает сила вращения Земли, под влиянием которой потоки вод отклоняются в Северном полушарии вправо, а в Южном – влево.

Морские течения различают по происхождению, расположению, физическим свойствам и устойчивости. ***Ветровые***, или ***дрейфовые, течения*** являются основным видом движения поверхностного слоя вод океанов и морей и часто вызывают развитие ***градиентных течений***, возникающих в результате образования в них разности давления столба воды, которая возникает под влиянием сгонов и нагонов воды ветрами или разности атмосферного давления. По расположению различают ***поверхностные***, ***подповерхностные***, ***глубинные*** и ***придонные течения***.

По характеру изменчивости морские течения бывают ***постоянные*** (устойчивые), ***временные*** и ***периодические*** (приливы и отливы). Примером постоянных течений являются Северные и Южные Пассатные и ряд других.

По физико-химическим свойствам различают ***теплые***, ***холодные***, ***соленые*** и ***опресненные течения***. Теплые течения движутся из низких широт в высокие, а холодные – из высоких в низкие. Особенно ярко выражены системы постоянных теплых течений Гольфстрим и Куросио в северных частях Атлантического и Тихого океанов и холодные течения Лабрадорское, Бенгельское, Курильское, Перуанское и др.

Непосредственные измерения позволили обнаружить в океане мощные глубинные течения – Кромвелла в Тихом океане и Ломоносова в Атлантическом.

Средняя соленость воды составляет 3,5%, в тропических морях она достигает 3,9–4,2%.

Мировой океан образно называют «печкой планеты». В теплый сезон года большая масса океанской воды согревается медленнее суши, и поэтому охлаждает воздух, а зимой наоборот – теплая вода океана согревает холодный воздух.

Вся толща воды океана подвержена влиянию приливообразующих сил Луны и Солнца, которые определяют периодичность колебания уровня воды и смену приливных течений, высота прилива в открытом океане достигает 1 метра, у

берегов – до 18 метров. У берегов Европы наибольшие приливы наблюдаются у берегов Франции (разница между уровнем воды при приливе по сравнению с отливом доходит до 14,7 метров) и в Англии в устье реки Северн (16,3 метра). В России самые большие приливы в Мензенском заливе Белого моря (устье реки Кулой – 10 метров) и в Пенжинской губе Охотского моря (мыс Астрономический – 11 метров).

Океан обладает крупными пищевыми, энергетическими и минеральными ресурсами, которые невозможно переоценить для жизнедеятельности человека.

Большое место в гидросфере планеты занимают ***реки*** – водные потоки, текущие в естественных руслах и питающиеся за счет поверхностного и подземного стока с их бассейнов. Реки со своими притоками образуют речную систему, характер и развитие которой обусловлены главным образом климатом, рельефом, геологическим строением и размерами бассейна. Реки подразделяются на две группы – горные, которые характеризуются быстрым течением и текут обычно в узких долинах, и равнинные, которые имеют более медленное течение и широкие долины.

Реки – важное звено кругооборота воды на Земле. Суммарный годовой сток рек в Мировой океан составляет около 38,8 тысяч куб. км., причем самый большой сброс происходит с азиатского материка, второе место занимает Южная Америка с Амазонкой, которая выносит в океан десятую часть воды всех рек планеты. Речной бассейн – это важнейший элемент природной среды: источник питьевой и промышленной воды, естественный водный путь, постоянно возобновляемый источник гидроэнергии, место обитания рыб и других пресноводных организмов, а также водной растительности. Наибольшие реки мира по площади их бассейна: Амазонка – 7180 кв. км; Миссисипи – 3238 кв. км; Енисей – 2580 кв. км; Лена – 2490 кв. км; Обь – 1990 кв. км; Нил –1870 кв. км; Амур – 1855 кв. км; Янцзы – 1808 кв. км; Волга – 1360 кв. км.

Криосфера – это ледяная оболочка планеты. Главная масса льда – ***ледники***. Это скопления льда атмосферного происхождения, движущиеся по земной поверхности. Они образуются там, где твердых атмосферных осадков отлагается больше, чем стаивает и испаряется. Ледники делятся на наземные ледниковые покровы и горные. Общая площадь современных ледников – около 16,1 млн. кв. км. Это составляет 11% площади суши, а общий объем льдов – около 30 млн. куб. км.

Горные ледники – это, по существу, ледяные реки. Спускаясь вниз по склонам, встречая широкое и ровное пространство, разливаются по нему, а в узких ущельях движутся как горный поток. Правда, движение горных ледников очень медленное.

Огромные языки ледников спускаются с высочайших вершин Гиндукуша, Гималаев, Тибета. Многие сибирские реки берут свое начало в ледниках Алтая и Саян. Есть горные ледники даже у экватора: в Мексике – на вулканах Орисаба и Попокатепетль, в Африке – на горе Килиманджаро и в горной цепи на Рувензори.

Царство ***покровных ледников*** – арктический и антарктический пояса. Они покрывают всю поверхность арктических островов и Антарктиды, постепенно сползая в отдельных местах к океану. В некоторых местах ледниковый покров растекается даже по поверхности моря, рождая ледяные горы – айсберги.

Особенно мощные ледниковые отложения в Антарктиде. Здесь их площадь превышает площадь всей Европы. На Антарктиду приходится 85,3% общей площади всех ледниковых покрытий на планете.

Атмосферой, или воздушной оболочкой, Земли называют газовую среду, окружающую «твердую» Землю и вращающуюся вместе с ней. Масса атмосферы – $5{,}15 \cdot 10^{18}$ кг. Атмосфера Земли состоит из ***воздуха*** – смеси в основном азота (78,08%) и кислорода (20,95%), остальное – водяные пары, углекислый газ, инертные и другие газы. Среднее давление атмосферы на поверхность планеты равно 1 атмосфере, или 760 мм ртутного столба. Плотность и давление атмосферы быстро убывают с высотой.

Благодаря неравномерности разогрева земной поверхности возникают неоднородности атмосферного давления, вызывающие появление ветров. Неустойчивость ветровых систем приводит к образованию циклонов и антициклонов.

Атмосфера имеет слоистое строение, и эти слои различаются своими физическими и химическими свойствами – температурой, давлением, химическим составом, ионизацией молекул и т.п. Принятое деление атмосферы на слои основано главным образом на изменении в ней температуры с высотой, поскольку оно отображает баланс основных энергетических процессов в атмосфере. Это – тропосфера, стратосфера, ионосфера, мезосфера, термосфера, экзосфера и ионосфера.

Тропосфера – это нижний слой атмосферы, где возникают основные явления погоды. Тропосфера характеризуется более или менее регулярным падением температуры с высотой. В среднем это 6,5 градуса на 1 километр. На высоте 10–12 км это падение прекращается, и в стратосфере температура остается приблизительно постоянной и равной –55°С.

В тропосфере содержится почти все количество водяного пара атмосферы, образуются облака, и формируются все виды осадков.

Стратосфера – область атмосферы, нижние границы которой пролегают на высоте от 10 км (полярные районы) до 18 км (экватор), а верхние – на высоте 50 км от поверхности Земли. В нижней части до 20–25 км температура приблизительно постоянна, а выше вплоть до мезосферы наблюдается повышение температуры вследствие поглощения солнечного излучения озоном. Экваториальная стратосфера обычно холоднее полярной.

Ионосфера – область атмосферы, нижние границы которой начинаются на высоте более 50 км. Она состоит из ионов – заряженных электрических частиц воздуха, ионизирующихся под воздействием мощных излучений Солнца. Воздушные слои ионосферы обладают большой электропроводностью. Они отражают короткие радиоволны, что и позволяет осуществлять дальнюю связь.

Мезосфера – область атмосферы на высоте до 80 км. В основном ее роль заключается в поглощении солнечного излучения озоном, водяным паром и углекислым газом и рассеяние ультрафиолетового излучения молекулами кислорода.

Термосфера – область верхней атмосферы на высотах от 90 до 200–400 км над поверхностью Земли, где происходят основные процессы поглощения и преобразования энергии солнечного излучения (ультрафиолетового и рентгеновско-

го). На высотах выше 300 км преобладает атомарный кислород. Исследования показали, что на высоте 250 км дуют ураганные ветры. Предположительно, их причиной могут являться эфирные потоки, омывающие Землю из космоса.

Экзосфера – область верхней атмосферы, границы которой простираются от 450–800 до 2000–3000 км. Из нее возможно свободное ускользание нейтральных частиц атмосферы в межпланетное пространство. На верхних границах экзосферы преобладают практически только атомы водорода, на более низких высотах заметную долю составляют атомы гелия, а еще ниже также и атомы кислорода.

Атмосфера имеет большое значение для нашей планеты, так как ее нижние слои входят в состав биосферы, и она является одним из условий существования жизни на Земле.

Магнитосфера является самой внешней и протяженной оболочкой Земли. Это область околоземного пространства, физические свойства которой определяются магнитным полем Земли и его взаимодействием с потоками заряженных частиц космического происхождения. Магнитосфера с дневной стороны простирается до 8–14 земных радиуса, с ночной – вытянута до нескольких сот радиусов, образуя так называемый магнитный хвост Земли. В магнитосфере находятся радиационные пояса.

Все геосферы Земли тесно связаны между собой и в совокупности представляют собой географическую оболочку планеты, в которой происходит тесное взаимопроникновение и взаимодействие литосферы, атмосферы и биосферы. Вертикальная мощность географической оболочки – десятки километров. Ее целостность определяется непрерывным энерго- и массообменом между сушей, атмосферой, Мировым океаном и организмами. А процессы внутри нее осуществляются за счет лучистой энергии Солнца и внутренней энергии Земли.

Распределение по широте и высоте над уровнем моря солнечной энергии, поступающей на Землю, вызывает в пределах географической оболочки закономерную смену климата, растительности, почв, животного мира.

Физико-географические пояса (природные пояса) подразделяются в соответствии с режимом тепла и влаги, особенностями циркуляции воздушных масс и океанических течений, своеобразием геоморфологических и биогеохимических процессов, составу животного и растительного мира на:

– экваториальный;
– северный и южный субэкваториальный;
– тропический;
– субтропический;
– умеренный;
– субарктический;
– арктический (антарктический).

Экваториальный пояс расположен по обе стороны экватора от 5–8 (северной широты до 4–11° южной широты). Для экваториального пояса характерны постоянно высокие температуры (на равнинах в среднем 24–28°С), обильные в течение всего года осадки, которые составляют 1500–3000 мм, местами доходят

до 10 000 мм. В этом поясе преобладают густые многоярусные леса и исключительное разнообразие флоры и фауны.

Субэкваториальные пояса Северного и Южного полушарий Земли расположены между экваториальными и тропическими поясами. На фоне постоянных высоких температур воздуха, достигающих 22–25°С, здесь происходит смена сухого и влажного сезонов. В этих поясах преобладают саванны и листопадные леса.

Тропические природные пояса также находятся в Северном и Южном полушариях, в основном от 20 до 30 градусов северной широты и южной широты между субтропическим и субэкваториальным поясами. Температура зимой бывает обычно не ниже 10°С, а летом достигает 30–35°С. В восточных секторах материков выделяют влажный и сухой сезоны. В зоне тропических поясов находятся полупустыни и пустыни, а в более увлажненных местах – саванны и листопадные леса. Иногда под тропическими поясами понимают всю полосу между субтропиками обоих полушарий вечнозеленых лесов.

Субтропические пояса расположены от 30 до 40-42 градусов северной широты и южной широты. Для них характерно периодическое чередование тропического и умеренного климатов. Обусловленное сезонными ритмами общей циркуляции атмосферы средняя месячная температура летом – выше 20°С, зимой – выше 4°С. Иногда возникают морозы до –10°С. В северном полушарии три сектора: западный приокеанический – средиземноморский с зимним увлажнением, континентальный со скудным увлажнением и восточный приокеанический, или муссонный с обильным летним увлажнением. Жестколистные леса на юго-востоке сменяются зонами субтропических полупустынь. В южном полушарии субтропики влажные с преобладанием вечнозеленых и широколиственных лесов.

Умеренные пояса расположены в Северном полушарии между 40 и 65 градусами северной широты, а в Южном полушарии – между 42 и 58 градусами южной широты. В Северном полушарии свыше половины поверхности умеренного пояса занимает суша, а в Южном полушарии наоборот – 98% территории умеренного пояса покрыто морем. Для этого пояса характерна четкая сезонность термического режима с образованием на суше зимой снежного покрова и значительным ослаблением или прекращением многих природных процессов. В естественных ландшафтах умеренного пояса в Евразии с севера на юг последовательно сменяются хвойные, смешанные и широколиственные леса, лесостепи, степи, полупустыни и пустыни.

Субарктический пояс находится в Северном полушарии между антарктическим поясом на севере и умеренным на юге. Включает в себя зоны тундры и лесотундры.

Арктический (антарктический) пояс включает в себя большую часть Арктики (Антартики). На суше в арктический пояс входит зона арктических (антарктических) пустынь. Моря этого пояса отличаются устойчивым ледниковым покровом. Границу арктического пояса обычно проводят по изотерме 5 (С самого теплого месяца июля или августа, в Южном полушарии – января). Зоны арктических и антарктических пустынь охватывают островную и материковую сушу Арктики и Антарктики, причем Антарктика обладает более суровым

климатом. В этой зоне преобладают ледники, каменистые пустыни. В растительном покрове присутствуют мхи и накипные лишайники.

9.2.2. Геология

Геология (греч. Ге – Земля, логос – учение) – комплекс наук о земной коре и более глубоких сферах Земли; в узком смысле слова – наука о составе, строении, движениях и истории развития земной коры и размещении в них полезных ископаемых. Большинство прикладных и теоретических вопросов, решаемых геологией, связано с верхней частью земной коры, доступной непосредственному наблюдению. Отдельные наблюдения и высказывания, которые принято считать истоками геологии, относятся к глубокой древности. Высказывания древних ученых Пифагора, Аристотеля, Плиния, Страбона касаются землетрясений, извержений вулканов, размывания гор, перемещения береговых линий морей, т.е. явлений динамической геологии. Только в средние века появляются попытки описания и классификации геологических тел, например описание минералов узбекским ученым Бируни и таджикским естествоиспытателем Ибн Синой (Авиценной).

В 1473 г. в Кёльне вышла книга епископа Р. де Бьюри «Philobiblon» («Любовь к книгам»), в которой геологией назван весь комплекс закономерностей и правил «земного» бытия, в противоположность теологии – науке о духовной жизни.

К эпохе Возрождения относятся первые суждения об истинной природе ископаемых раковин и о большой, по сравнению с библейскими представлениями, длительности истории Земли (итальянские ученые Леонардо да Винчи в 1504–06, Дж.Фракасторо в 1517).

В современном понимании термин «геология» впервые был применен в 1657 г. норвежским естествоиспытателем М.П.Эшольтом в работе, посвященной крупному землетрясению, охватившему Южную Норвегию. В конце XVIII в. немецкий геолог Г.К.Фюксель предложил, а немецкий минералог и геолог А.Г.Вернер ввел термин «геология» для явлений и объектов, изучаемых геологами на поверхности Земли.

Конец XVII – начало XVIII вв. характеризовались ростом числа геологических наблюдений, а также появлением научных трудов, в которых делались попытки обобщить далеко еще недостаточные знания в некоторую общую теорию Земли. При этом большинство ученых придерживалось концепции о существовании в истории Земли Всемирного потопа, в результате которого образовались осадочные породы и содержащиеся в них окаменелости.

Геология как самостоятельная ветвь естествознания начала складываться во 2-й половине XVIII столетия, когда под влиянием нарождающейся крупной капиталистической промышленности стали быстро расти потребности общества в ископаемом минеральном сырье и в связи с этим возрос интерес к изучению недр. В этот период исследования сводились бы главным образом к описанию свойств и условий залегания горных пород. Но уже тогда появились попытки объяснить генезис горных пород и вникнуть в суть процессов, происходящих как на поверхности Земли, так и в ее недрах.

В геологических исследованиях можно различить четыре основных направления. Задачей первого из них (***описательная геология***) служит описание минералов, горных пород и их типов. Геологические исследования определенной территории начинаются с изучения и сопоставления горных пород, наблюдаемых на поверхности Земли в различных естественных обнажениях, а также в искусственных выработках – шурфах, карьерах, шахтах и т.п. Породы изучаются как в их природном залегании, так и путем отбора образцов, подвергаемых затем лабораторному исследованию. Второе направление (***динамическая геология***) заключается в изучении геологических процессов и их эволюции. Восстановление картины геологического прошлого составляет сущность третьего направления геологических исследований (***историческая геология***). Все три направления геологии неразрывно связаны друг с другом, и исследования каждого геологического объекта, как и любой территории, ведется со всех трех точек зрения.

Задачей четвертого направления – ***прикладной геологии*** являются поиски и освоение невидимых с поверхности («слепых», или «скрытых») месторождений.

Описательная геология изучает вещество и структуру земной коры. Ее разделы – минералогия (учение о минералах – природных устойчивых химических соединениях), петрография (учение о горных породах – структурно-вещественных ассоциациях минералов), структурная геология (учение о формах залегания геологических тел), кристаллография (изучающая форму и условия залегания кристаллических пород).

Минералогия – наука о природных химических соединениях (минералах) их составе, свойствах, особенностях и закономерностях физического строения (структуры), а также об условиях их образования в природе возникла в глубокой древности в связи с практическими потребностями человечества, широко использовавшего камень для различных целей. Главная задача минералогии – создание научных основ для поисков и оценки месторождений полезных ископаемых.

Первые сведения о минеральных телах появились в трудах древнегреческих и древнеримских писателей. Аристотель и Теофаст описали свойства ряда минералов, связывая их происхождение с дымом и парами, вырывающимися из недр Земли. Поиски и добыча минерального сырья для выплавки металлов, а также для медицины и алхимии привели в раннем средневековье к расширению сведений о минералах и рудах. Развитие горного дела в Европе и в России в VI–XIII вв. (добыча железа, олова, мусковита, каменной соли, янтаря, серебра и др.) привело к более тщательному исследованию руд.

В 1262 г. Альбертус Магнус написал трактат о минералах. В нем не делалось различия между между минералами, горными породами и рудами.

Как самостоятельная наука минералогия начала оформляться в эпоху Возрождения. Первое крупное обобщение по минералогии связано с именем немецкого ученого Георга Агриколы (Бауэра, 1494–1555), который в работе «О горном деле» систематизировал опыт горно-металлургического производства по процессам, описал 20 новых минералов и указал на лечебные свойства металлов и минералов.

В XVII и XVIII вв. минералогия стала бурно развиваться в связи с запросами нарождающейся промышленности. Появился ряд работ европейских ученых по кристаллографии и физическим свойствам минералов. Большое значение имели

труды М.В.Ломоносова (1757, 1763) и В.М.Севергина (1798), указавших, что присутствие одних минералов, как правило, служит признаком присутствия других.

В Западной Европе и Скандинавии развивается химическое направление.

До конца XIX в. минералогия формировалась как описательная наука, но далее, в связи с ростом запросов практики, минералоги стали уделять внимание теоретическому осмыслению проблем происхождения, состава и структур минералов. Огромное влияние на развитие минералогии оказали труды Д.И.Менделеева и правило фаз Дж.У.Гиббса, установившего законы перехода веществ из одного агрегатного состояния в другое (1874–1878).

По мере развития минералогии из нее в XIX в. выделились кристаллография и петрография, в начале XX столетия геохимия, а затем кристаллохимия. В XX в. изучение минералов направлено на выявление причинных связей между средой, условиями образования, составом, структурой и физическими свойствами реальных минералов.

Стала исследоваться роль живых организмов в образовании минералов, начали широко применяться физические методы не только для поиска, но и искусственного выращивания соответствующих минералов для практических целей.

Петрография – наука о горных породах, их минералогических и химических составах, структурах, условиях залегания, закономерностях распространения в земной коре и происхождении. Петрография тесно связана с минералогией, геохимией, вулканологией, тектоникой, стратиграфией и учением о полезных ископаемых.

Горные породы – природные агрегаты минералов более или менее постоянного состава, образующие самостоятельные геологические тела, слагающие земную кору. Термин «горные породы» впервые в современном смысле употребил в 1798 г. русский минералог и химик В.М.Севергин. Исследования горных пород проводились в целях обнаружения необходимых минералов и полезных ископаемых, поэтому развитие этих исследований тесно переплетается с развитием минералогии и поисками полезных ископаемых.

До середины XIX в. проблемы петрографии решались частично минералогией и общей геологией, в это время были заложены ее основы. В 1849 г. английский естествоиспытатель Генри Сорби впервые предложил изготовлять тонкие шлифы минералов и горных пород для их изучения в проходящем свете. Далее в практику исследований был введен ряд физических и химических методов, что в совокупности с появлением богатого петрографического материала уже к 20-м годам XX в. привело к созданию классификации горных пород. Были высказаны предположения о дифференциации первичной магмы и усвоения ею вмещающих пород.

В конце XIX в. русский ученый Ф.Ю.Левинсон-Лессинг показал, что родоначальным источником для образования магматических пород служат две принципиально различные магмы – кислая и основная. В 1920-х годах эта идея была поддержана американским геологом и петрографом и членом-корреспондентом АН СССР Р.Дейли. В 30-е годы американский петрограф Н.Боуэн выступил с гипотезой о существовании в недрах Земли одной базальтовой магмы. Вскоре был высказан ряд гипотез об иных путях образования гранитов – под действием глубинных эманаций (истечений), что получило развитие в 60-70-х годах на основании новых геологических и экспериментальных исследований.

В настоящее время петрография в своем составе имеет:

– ***петрографию магматических горных пород***, исследующую кристаллические горные породы, образовавшиеся в результате застывания и кристаллизации магмы;

– ***петрографию метаморфических горных пород***, занимающуюся исследованием горных пород, изменившим свой состав под влиянием новых физических и химических условий;

– ***петрографию осадочных горных пород*** (литологию) – науку о современных осадках и осадочных породах, их составе, происхождении и закономерностях размещения. Особенностью этого направления является тот факт, что многие осадочные породы являются полезными ископаемыми: это руды железа, марганца, алюминия (бокситы), фосфора (фосфориты), стронция, никеля; торф, бурые и каменные угли, графит, горючие сланцы; пески – россыпи золота, платины, олова, титана, алмазов и других ценных минералов; пески кварцевые, стекольные, формовочные и строительные, глины огнеупорные, кирпичные и бентонитовые, адсорбенты, цементное сырье, гипс, природные соли. Кроме того, осадочные породы вмещают залежи нефти и горючего газа, руды меди, свинца, цинка, ртути, артезианские воды. В современных осадках на дне морей и океанов содержатся россыпи ценных минералов, руды марганца, никеля и фосфора, залежи нефти и газа.

Динамическая геология включает в себя тектонику, изучающую движения земной коры и создаваемых ими структурах, вулканологию, изучающую процессы вулканизма, сейсмологию, изучающая процессы, сопровождающие землетрясения.

Специфическая особенность геологических процессов заключается в том, что многие из них протекают на огромных территориях и продолжаются в течение миллионов и даже миллиардов лет. Чтобы понять геологические процессы прошлого, изучается весь комплекс результатов, оставленных ими в толщах пород: особенности их состава, строения и залегания, формы рельефа земной поверхности и т.д. Но такие процессы, как землетрясения и извержения вулканов, подготавливаются в течение сотен и тысяч лет, но затем накопленные напряжения прорываются в течение очень короткого времени (суток и даже часов), приобретая характер катастроф.

Выдающееся значение для динамической геологии имели геологические труды М.В.Ломоносова «Слово о рождении металлов от трясения Земли» (1757) и «О слоях земных» (1763), в которых он взаимосвязано излагал существовавшие в то время геологические данные и собственные наблюдения. Решающую роль в формировании лика Земли Ломоносов отводил глубинным силам («жару в земной утробе»), признавая вместе с тем и влияние на земную поверхность внешних факторов – ветра, рек, дождей и др.), развивал идею единства формирования гор и впадин, утверждал длительность и непрерывность геологических изменений, которым подвергается земная поверхность.

В это же время на Западе разворачивается ожесточенная дискуссия между двумя противостоящими друг другу школами – ***нептунизмом*** и ***плутонизмом***. Представителями этих школ были профессор минералогии во Фрёйберге саксонец А.Г.Вернер (1749–1817) и шотландский ученый Дж.Геттон (1726–1797).

Нептунист Вернер утверждал, что все горные породы, включая базальты, образовались как осадки из водной среды. Вулканическая деятельность, по его

мнению, есть результат подземного горения каменного угля. Вернер неправомерно распространял замеченные в окрестностях Фрейберга закономерности на всю поверхность земного шара. Будучи прекрасным педагогом и убежденным в своей правоте ученым, Вернер воспитал плеяду восторженных поклонников. Однако были и критики. Итальянский геолог Сципио Брейслак в популярном в то время учебнике геологии доказывал, что объема воды, имеющегося на земном шаре, совершенно недостаточно для того, чтобы в ней в растворенном или взвешенном виде могло содержаться все твердое вещество земной коры. Куда же делась остальная вода? Вернерианцы так и не смогли дать на этот простой вопрос удовлетворительного ответа, а сам Вернер полагал, что вода по каким-то неведомым причинам ушла в космическое пространство!

Работы плутонистов – Дж.Геттона и его последователей, отводили значительную роль внутренним силам Земли. В них указывалось на вулканическое происхождение базальтов и на образование гранитов из расплавленных масс, что впоследствии было подтверждено. В 1788 г. Геттон опубликовал доклад «Теория Земли, или Исследование закономерностей, проявленных в создании, разрушении и восстановлении суши на земном шаре». Ценным научным достижением Геттона была разработка циклической модели Земли, которая, по его представлениям, находится в состоянии динамического равновесия. Огромная мощь внутреннего тепла приводила к поднятию морского дна, после чего вступали в действие разрушающие процессы. Магматические процессы свидетельствуют о роли внутреннего тепла Земли. Базальты и граниты обязаны своими происхождением вулканическим процессам. Вулканы же играют роль предохранительного клапана и выпускают наружу накопившееся в толщах пород избыточное давление.

Спор между нептунистами и плутонистами длился несколько десятилетий, с обеих сторон выступали многочисленные последователи, теория плутонистов в конце концов победила.

В процессе развития геологии было еще несколько крупных противостояний концепций. Одна из них вылилась в противоборство катастрофистов и униформистов.

Теория катастроф – учение, появившееся в конце XVIII – начале XIX в., рассматривавшее геологическую историю Земли как чередование длительных эпох относительного покоя и сравнительно коротких катастрофических событий, резко преобразующих лик планеты. Предполагалось, что Земля существовала не более 100 тыс. лет, и поэтому трудно было объяснить действием обычных причин зафиксированные в толщах пород огромные изменения, претерпевавшиеся Землей и ее органическим миром в прошлом.

Стремясь найти выход из этого затруднения, французский естествоиспытатель Ж.Кювье в 1812 г. выдвинул гипотезу о катастрофах, во время которых на большей части планеты погибало все живое, а затем опустошенные места заселялись другими видами организмов, переживших катастрофу в отдаленных районах. Кювье и его сторонники насчитали 27 катастроф за всю историю Земли.

Концепция катастрофизма и неоднократных творческих актов согласовывалась с библейской версией творения мира. Современное состояние мира объяснялось как результат последнего творческого акта. Эта концепция, тем не

менее, сыграла положительную роль в укреплении ***биостратиграфии*** – учения о распределении ископаемых остатков организмов в осадочных породах.

Трудом Ч.Лайеля «Основы геологии» (1830–1833) был нанесен первый удар взглядам катастрофистов. Были окончательно опровергнуты предрассудки о малой продолжительности геологической истории Земли и на большом фактическом материале было показано, что для объяснения ее нет необходимости обращаться к сверхъестественным силам и катастрофам.

К середине XIX в. значение теории катастроф стало утрачиваться благодаря усилиям униформистов. ***Униформизм*** – научная концепция в геологии, исходящая из представления о неизменяемости системы геологических факторов во времени. В основу униформизма было положено утверждение, что законы природы вечны и неизменны и что в геологическом прошлом действовали те же силы и с такой же скоростью и интенсивностью, что и в настоящее время. Но принятие тезиса об однообразии системы земных изменений на протяжении всех геологических периодов означало отрицание прогрессивного развития. Впоследствии униформизм подвергся жесткой критике и был заменен принципом эволюционного развития Земли и ее обитателей.

Огромное значение для дальнейшего развития стратиграфии имело эволюционное учение Ч.Дарвина. Оно дало прочную методологическую базу для детального расчленения по возрасту осадочной оболочки Земли путем изучения генетических изменений отдельных групп ископаемых животных и растений. Русские ученые К.Ф.Рулье, В.О.Ковалевский, А.П.Карпинский, А.П.Павлов, Н.И.Андрусов сыграли большую роль в становлении эволюционной палеонтологии.

Вплоть до середины 70-х годов XIX в. большинство ученых считало, что отложения, включающие эрратические валуны – обломки горных пород, унесенные от своих месторождений за сотни и тысячи километров, своим происхождением имеют дрейфовавшие когда-то в этих местах айсберги. Эти взгляды, получившие название теории дрифта, полнее всего были развиты именно Ч.Лайелем. Но в это же время развилась теория материкового оледенения, развенчавшая теорию дрифтов. Согласно этой теории последний этап развития Земли – плейстоцен характеризовался обширными оледенениями, наступавшими несколько раз, благодаря чему покровы материковых льдов в средних широтах то возникали, то полностью стаивали.

По современным представлениям значительные изменения климата бывали на Земле неоднократно, в том числе и в более отдаленном прошлом, и споры идут главным образом о степени их резкости, числе и времени проявления. Таким образом, ледниковая теория приобрела общегеологическое значение.

Параллельно развитию общегеологических концепций развивалась тектоника – учение об изменениях структуры земной коры.

Тектоника (геотектоника) – отрасль геологии, изучающая структуру земной коры и ее изменения под влиянием механических тектонических движений и деформаций, связанных с развитием Земли в целом. Основная задача тектоники – изучение современной структуры земной коры, т.е. размещения и характера залегания в ее пределах различных горных пород, а также закономерностей сочетания ее структурных элементов – от мелких складок и разрывов до континентов и океанов и выяснение истории и условий ее формирования.

Еще в античные времена было известно, что земная поверхность не находится в покое, а подвержена поднятию и опусканию. В эпоху Возрождения Леонардо да Винчи и другие ученые пришли к выводу, что нахождение окаменелых морских раковин на значительной высоте над уровнем моря представляет результат поднятия суши. В XVII в. датский естествоиспытатель Н.Стено показал, что слои осадочных горных пород первоначально отлагаются горизонтально, а их наклонное положение и изгибы – следствие последующих нарушений. Во второй половине XVIII и в XIX вв. ведущая роль в развитии земной коры признавалась за вертикальными движениями – поднятиями и опусканиями.

Во второй половине XIX в. получила распространение ***контракционная гипотеза*** (французский геолог Л.Эли де Бомон и австрийский геолог Э.Зюсс), рассматривающая складчатость слоев горных пород как результат постепенного уменьшения радиуса Земли и поверхности земной коры. Причиной этого считалось про-

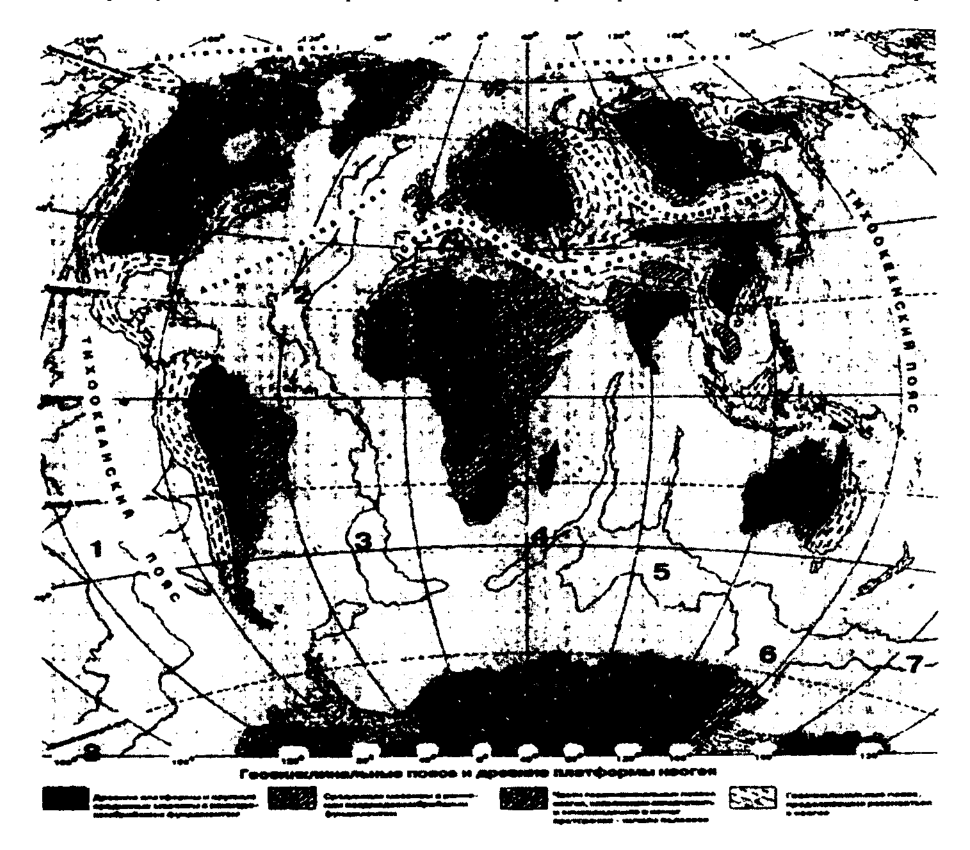


Рис. 9.2. Геосинклинальные пояса и система рифтовых хребтов Земли.
1, 7 – Восточно-Тихоокеанское поднятие; 2 – Северо-Атлантический хребет; 3 – Южно-Атлантический хребет; 4 – Западно-Индийский хребет; 5 – Австрало-Антарктическое поднятие; 6,8 – Южно-Тихоокеанское поднятие.

должающееся остывание Земли, вызывающее напряжение горных пород. Однако наличие рифтовых хребтов, свидетельствующее об обратном, привело к сомнениям в истинности этой гипотезы.

Неравномерное распределение складчатых зон разного возраста по поверхности Земли получило свое объяснение в теории геосинклиналей (американские ученые Дж.Холл,1859; Дж.Дэна, 1873; французский геолог М.Бертран, 1887). ***Геосинклиналь*** – это длинный, протягивающийся на сотни километров узкий и глубокий прогиб земной коры или обширный вытянутый тектонически подвижный участок земной коры, в пределах которых происходит зарождение и развитие прогибов. Геосинклинали образуют систему прогибов и поднятий земной коры, отделенные друг от друга глубинными разломами.

Геосинклинальный пояс – обширный линейно вытянутый тектонически высокоподвижный пояс земной коры, располагающийся либо между древними континентальными платформами, либо между платформами и ложем океана. Длина пояса достигает нескольких десятков тысяч километров, ширина порядка сотен и даже тысяч километров.

В течение новейшей истории Земли (последних 1,6 млрд. лет) развились 5 главных геосинклинальных поясов – ***Тихоокеанский***, кольцом окружающий Тихий океан и отделяющий его ложе от платформ Северной и Южной Америки, Азии, Австралии и Антарктиды; ***Средиземноморский***, сочленяющийся с первым и простирающийся через юг Евразии и северо-запад Африки до Гибралтара; ***Урало-Монгольский***, огибающий Сибирскую платформу с запада и юга и отделяющий ее от Восточно-Европейской и Китайско-Корейской платформ; ***Атлантический***, охватывающий побережья материков в северной части Атлантического океана, и ***Арктический*** – вокруг Северного Ледовитого океана (рис. 9.2).

Среди процессов, совершающихся в недрах и на поверхности Земли, различают ***эндогенные*** (внутренние), движущим началом которых является внутренняя энергия Земли, и ***экзогенные*** (внешние), порождаемые поступающей на Землю солнечной энергией. Глубинные эндогенные процессы воздействуют на земную кору, вызывая вертикальные и горизонтальные перемещения отдельных ее участков и блоков, деформацию и преобразование внутренней структуры земной коры. Эти процессы называются тектоническими, в тесной связи с которыми протекают и магматические процессы, результатом тех и других являются землетрясения, вулканическая деятельность и т.п.

Области, где часты землетрясения, охватывают земной шар двумя поясами. Один тянется с востока на запад – от Зондских островов до Панамского перешейка. Этот пояс проходит через Гималаи, горы Памиро-Алтая, Кавказ, горы Балканского полуострова, Апеннинские горы, Пиренеи, затем через Атлантику в Мексику и Центральную Америку.

Второй пояс землетрясений – тихоокеанский. Он охватывает горы Японии, Филиппин, Гавайских и Курильских островов, Аляски, потом идет по американскому материку вдоль его западных берегов, через горы Калифорнии, Перу, Чили и далее к Огненной Земле в Антарктиду.

К тектоническим процессам следует отнести также ***спрединг*** (дрейф континентов), ***субдукцию*** (подползание океанского дна под материковые плиты) и ***горообразование***.

Геологические данные конца XIX – начала XX вв. поколебали основы контракционной гипотезы, которая не давала удовлетворительного объяснения крупным горизонтальным перемещениям земной коры. Появились новые модели развития Земли. Были выдвинуты гипотеза расширения Земли (немецкий ученый О.Хильгенберг, 1933), пульсационная гипотеза, предполагающая поочередное сжатие и расширение Земли (советские геологи М.А.Усов и В.А.Обручев, 1940) и ряд других. В дальнейшем расширение Земли стали связывать с радиоактивным распадом элементов и отсюда ее разогревом.

Принципиально иной явилась гипотеза ***дрейфа материков*** немецкого геофизика Альфреда Вегенера (1912), впервые допустившая крупные горизонтальные перемещения глыб континентальной коры и объяснявшая образование океанов раздвигом этих глыб (без изменения объема земного шара). Впервые гипотеза о дрейфе материков появилась в его книге «Происхождение континентов и океанов». Книга вышла в 1913 г. и за следующие двадцать лет выдержала пять изданий. В ней Вегенер изложил свою знаменитую гипотезу, которая затем была существенно дополнена и получила название теории перемещения, мобилизма и глобальной тектоники плит.

Тем самым оформилось новое течение в теоретической тектонике – ***мобилизм***, в отличие от ***фиксизма***, не допускающего сколько-нибудь значительных перемещений глыб коры.

В соответствии с гипотезой Вегенера более 200 миллионов лет назад существовал единый материк Гондвана, который распался на ныне существующие материки, и с тех пор материки дрейфуют по планете, удаляясь друг от друга. Подтверждением этой гипотезы является тот факт, что береговые линии континентов удивительным образом соответствуют друг другу, явно показывая их общее происхождение. Причин, по которым Гондвана распалась, авторы гипотез не указывают.

Недостатком этой общепризнанной теории является то, что не только часть береговых линий совпадает друг с другом, но вообще все береговые линии, включая старые донные породы совпадают друг с другом, так что если вырезать все материки, из них можно сложить шар, радиус которого будет примерно в 1,73 раза меньше радиуса нынешней Земли. Это обстоятельство было замечено относительно недавно, и это породило гипотезу расширяющейся Земли. По этому поводу было проведено несколько международных конгрессов в Австралии. Недостатком этой новой гипотезы явилось то, что причин для столь странного поведения земного шара не нашлось.

Несмотря на то что теория расширяющейся Земли до настоящего времени не получила признания и что причин расширения Земли геология не нашла, факт остается, что привело к его широкому обсуждению на ряде международных конгрессов в Австралии в 80-е годы этого столетия.

Новый этап в развитии тектоники начался в 60-х годах XX столетия в связи с большими успехами в изучении коры. Получило подтверждение существование в мантии слоя пониженной вязкости – астеносферы; при исследовании океанов была открыта мировая система срединноокеанических рифтовых хребтов (рис.10.2), а также вытянутые вдоль них магнитные аномалии. Новые данные привели к возрождению идей мобилизма и новые дискуссии.

В настоящее время в тектонике выделяют несколько научных направлений:
- общая, или морфологическая, тектоника (структурная геология) изучает различные типы структурных элементов литосферы;
- региональная тектоника исследует распространение этих структур в пределах отдельных участков;
- историческая тектоника изучает историю тектонических движений и формирование отдельных структурных элементов земной коры, ее закономерности и тектонические циклы;
- генетическая, или теоретическая, тектоника обобщает закономерности развития земной коры и ее структуры.

Историческая геология включает в себя стратиграфию, изучающую последовательности отложения слоев горных пород в осадочной оболочке Земли, и палеографию, восстанавливающую физико-географические условия прошлых лет.

При анализе историко-геологических данных принимается во внимание принцип последовательности напластования слоистых осадочных толщ, которые рассматриваются как страницы «каменной летописи» Земли: каждый вышележащий пласт считается моложе низлежащего; учитывается также необратимая эволюция органического мира, запечатлевавшаяся в окаменевших остатках растительных и животных организмов, которые сохраняются в пластах осадочных пород (палеонтологические исследования). Каждой из эпох в развитии Земли соответствовали определенные растения и животные. Это послужило основой для установления относительного возраста толщ горных пород и позволило подразделить историю последних 600 млн. лет жизни Земли на последовательные отрезки времени – эры, которые делятся на более мелкие единицы геологического времени – периоды, эпохи и века (геохронология). В результате трудов нескольких поколений геологов была установлена общая последовательность накопления слоев земной коры, получившая название стратиграфической шкалы, служащей основой для более детальной геохронологической шкалы. Верхняя часть стратиграфической шкалы – ***фанерозой*** составлена на основах палеонтологических данных с большой тщательностью; нижняя – ***докембрийская***, соответствующая огромной по мощности толще пород, расчленена менее детально.

Во второй половине XIX в. появляются первые представления о существовании особо подвижных поясов земной коры – геосинклиналий, которые противопоставляются устойчивым областям – платформам. В работе «Лик Земли» австрийского геолога Э.Зюсса горообразование излагается на основе контракционной гипотезы, рассматривающей складчатость слоев горных пород как результат постепенного уменьшения радиуса Земли и поверхности земной коры. Причиной сокращения размеров Земли считалось ее длительное охлаждение. Однако с открытием распада радиоактивных элементов, сопровождающихся выделением тепла, физическая основа этой гипотезы оказалась подорванной, тем более что геологические данные показали, что в литосфере наряду со сжатием имеет место и растяжение, приводящее к образованию рифтовых зон.

С радиоактивным распадом стали связывать наличие тепловой энергии планеты, а также активизацию тектонических движений и вулканизм. Это привело к коренному пересмотру геологических концепций. Представления о первоначаль-

ном огненно-жидком состоянии Земли были заменены идеями об ее образовании из скоплений холодных твердых частиц (гипотеза О.Ю.Шмидта, 1943).

Как видно из приведенного обзора, становление геологии как науки сопровождалось ожесточенной полемикой между приверженцами различных концепций. Сам факт споров, длившихся по нескольку десятков лет, говорит о том, что противоборствующие школы охватывали лишь частично отдельные стороны геологических процессов и, не имея достаточных данных о фактических механизмах происхождения пород, дополняли нехватку знаний относительно поверхностными предположениями, распространяя следствия из них неправомерно широко. В принципе, это характерно для всех такого рода гипотез.

Прикладная геология – это геология полезных ископаемых, гидрогеология (наука о подземных водах), инженерная геология (изучающая геологические условия строительства различных сооружений) и военная геология (занимающаяся применением геологии в военном деле).

Геохронологическая шкала фанерозоя Табл.9.1.

Группа (эра)	Система (период)	Начало, млн.лет назад	Продолжительность, млн. лет
Кайнозойская (67 млн.лет)	Антропогеновая (четвертичная)	1,5*	1,5*
	Неогеновая	25	23,5
	Палеогеновая	67	42
Мезозойская (163 млн.лет)	Меловая	137	70
	Юрская	195	58
	Триасовая	230	35
Палеозойская (240 млн. лет)	Пермская	285	55
	Каменноугольная	350	75-65
	Девонская	410	60
	Силурийская	440	30
	Ордовикская	500	60
	Кембрийская	570	70

* По разным данным от 600 тыс. до 3,5 млн. лет

Современная геология связана с очень большим числом наук о Земле. Широкое применение при геологических исследованиях физических и химических методов способствовало бурному развитию физики Земли и геохимии. Тесная связь объединяет геологию с геодезией и с комплексом физико-географических наук – геоморфологией, климатологией, гидрологией, океанологией, гляциологией и др. Большое влияние на геологию оказывают планетная космогония и палеонтология.

Все большее значение приобретают экспериментальный метод физического моделирования структурных форм и тектонофизика, занимающаяся приложением

законов физики твердого тела и реологии к выяснению условий формирования тектонических структур.

Однако многие теоретические проблемы геологии до сих пор не нашли своего решения. К ним относятся причины расширения планеты, дрейфа материков и субдукции морского дна, причины, по которым одни минералы сопутствуют другим, причины повсеместного распространения на больших глубинах нефти и каменного угля, причины концентрации в определенных местах крупных рудных месторождений и т.п.

Геология, как и любая другая наука, остро нуждается в понимании механизмов изучаемых ею процессов, и предстоит большая работа по их выяснению.

9.2.3. География

География – система естественных и общественных наук, изучающая природные и производственные территориальные комплексы и их компоненты. Объединение естественных и общественных географических дисциплин в рамках единой системы наук определяется тесной взаимосвязью между изучаемыми ими объектами и общностью научных задач, состоящих в комплексном исследовании природы, населения и хозяйства в целях наиболее эффективного использования природных ресурсов, рационального размещения производства и создания наиболее благоприятной среды для жизни людей.

Задачи и содержание географии неоднократно менялись на протяжении ее многовековой истории. Эмпирическое представление об окружающей среде появилось вместе с трудом и занимало главное место в общей сумме знаний первобытного человека.

Первые географические сведения содержатся в древнейших письменных источниках, оставленных народами рабовладельческого Востока. Истолкование природы было главным образом религиозно-мифологическим, однако уже тогда содержало отдельные объективные сведения о природных явлениях.

Первые попытки естественнонаучного объяснения географических явлений – смены суши и моря, землетрясений и разливов рек принадлежат философам ионийской школы VI в. до н.э. – Фалесу и Анаксимандру. Развитие мореплавания и торговли вызвало необходимость в описаниях суши и морских берегов. Гекатей Милетский составил описание всех известных в то время стран. Крупнейшим представителем физико-географического направления древней географии был Аристотель (IV в. до н.э.). В его «Метеорологии» содержатся идеи взаимопроникновения земных оболочек и кругооборота воды и воздуха. Представителем другого направления – описательно-эмпирического был Геродот (V в. до н.э.). В те времена уже возникли идеи о шарообразности Земли и о пяти тепловых зонах. В III–II вв. до н.э. учеными александрийской школы Дикеархом, Эратосфеном, Гиппархом была развита математическая география, позволившая определить размеры земного шара и положение пунктов на его поверхности.

Античная география получила свое завершение в I–II вв. н.э. в трудах Страбона и Птолемея. Первый представлял страноведческое направление. В его опи-

сательной «Географии» содержится топографический, этнографический и политико-исторический материал. В «Руководстве по географии» Птолемея содержится перечень пунктов с указанием их географических координат и способы построения картографических проекций. Физико-географическое направление после Аристотеля развития в античной науке не получило.

Географические представления раннего средневековья складывались из библейских догм и некоторых выводов античной науки, очищенных от всего «языческого», в том числе от учения о шарообразности Земли. Согласно «Христианской топографии» Космы Индикоплова (VI в.) Земля имеет вид плоского прямоугольника, омываемого океаном.

Солнце ночью скрывается за горой, а все большие реки берут начало в раю и протекают под океаном. Но в странах феодального Востока наука в это время стояла на более высоком уровне. Китайцы, арабы, персы и народы Средней Азии дали множество страноведческих сочинений.

В XV в. итальянские гуманисты перевели труды некоторых античных географов, под влиянием которых, особенно Птолемея, формировались представления эпохи, предшествовавшие Великим географическим открытиям.

Великие географические открытия – термин, принятый для обозначения крупнейших географических открытий, сделанных европейскими путешественниками в середине XV – середине XVII вв. Общими причинами посылки экспедиций были рост товарного производства в странах Европы, недостаток драгоценных металлов и связанные с этим поиски новых земель, где надеялись найти золото, серебро, пряности и слоновую кость, а на севере – ценные меха и моржовую кость, а также поиски новых торговых путей на Восток. Великие географические открытия стали возможны благодаря развитию науки и техники: созданию достаточно надежных для океанского плавания каравелл, усовершенствованию компаса и морских карт. Большую роль сыграла все утверждающаяся идея шарообразности Земли.

В XV в. португальские мореплаватели обследовали все западное и южное побережье Африки; Колумб открыл Багамские и Антильские острова; Васко да Гама открыл морской путь из Западной Европы вокруг Южной Африки в Индию; Колумб, Охеда, Веспуччи и другие испанские и португальские мореплаватели открыли все северное побережье Южной Америки, ее восточный (бразильский) берег и карибский берег Центральной Америки. В 1513–25 гг. испанцы пересекли Панамский канал и достигли Тихого океана, завоевали Мексику и Центральную Америку, обследовали весь атлантический берег Южной Америки.

В 1519–22 гг. Магеллан и его сподвижники совершили первое кругосветное путешествие. В 1526–52 гг. испанцы открыли все Тихоокеанское побережье Южной Америки, Анды и все реки. К середине столетия были открыты все берега Северной и Южной Америк, все основные хребты и реки.

В восточном направлении после похода Ермака в Западную Сибирь (1581–84 гг.) и основания на р. Таз города Мангазея (1601) русские землепроходцы открыли реки Енисей и Лену и достигли Охотского моря, к середине XVII в. проследили течение всех великих сибирских рек, открыли полуострова Ямал,

Таймыр, Чукотский и прошли через Берингов пролив на Аляску, доказав, что Азия нигде не соединяется с Америкой. Голландский мореплаватель Баренц обошел западные берега Новой Земли и Шпицбергена. Англичане обошли западное побережье Гренландии и открыли Баффинову Землю. Французы в первой половине XVII в. открыли северные Аппалачи и пять Великих озер. Испанец Торес в 1606 г. обошел южный берег Новой Гвинеи, а голландцы Янзон и Тасман в 1606–44 гг. открыли берега Австралии, Тасмании и Новой Зеландии.

Великие географические открытия явились событиями всемирно-исторического значения. Были установлены контуры обитаемых материков, исследована большая часть земной поверхности, дали обширный материал для многих других отраслей знаний. Они имели крупнейшие социально-экономические последствия. Торговля приобрела мировой характер, это ускорило процесс разложения феодализма и возникновения капиталистических отношений в Западной Европе. Колониальная система, образовавшаяся следом (уже в это время европейцы, истребляя коренное население, захватили огромные территории в Америке и организовали опорные базы на побережье Африки, в Южной и Восточной Азии), явилась одним из рычагов первоначального накопления капитала. Италия утратила свое могущество и возвысились Нидерланды и Англия, получившие торговые пути через Атлантический океан.

В XVIII – начале XIX вв. были организованы «путешествия для открытий» с целями поисков и присоединения новых земель и научными целями. Таковы кругосветные путешествия Дж. Кука, Л.Бугенвиля, Ж.Лаперуза, Ж.Дюмон-Дюрвиля, снаряжавшиеся соперничающими колониальными державами – Великобританией и Францией. Наиболее крупной научной экспедицией XVIII в. была Вторая Камчатская экспедиция, снаряженная в России в 1733–43 гг.

В 1819–1820 гг. экспедициями русских мореплавателей Ф.Ф.Беллинсгаузена и М.П.Лазарева были открыты Антарктида и прилегающие к ней острова.

К концу XIX в. наименее известными оставались Арктическая и Антарктическая области. Но уже к началу XX столетия основные территориальные открытия были сделаны и здесь. В начале XX в. были достигнуты Северный (Р.Пири) и Южный (Р.Амундсен, Р.Скотт) полюсы.

Аналогами территориальных открытий могут считаться открытия, связанные с картированием дна морей и океанов, которые развернулись во второй половине XIX столетия и продолжаются до сих пор. К 50-м годам XX столетия исследования приобрели систематический характер. К числу основных открытых объектов относятся огромные равнины, глубоководные желоба и горные хребты, разделяющие ложе океана на котловины. Было установлено, что система срединных рифтовых хребтов имеет планетарный характер.

Ближайшие перспективы открытий объектов земной поверхности связаны с использованием искусственных спутников Земли.

География как наука о Земле в своем развитии прошла ряд этапов.

В 1-й половине XIX в. выдающиеся достижения естествознания позволили отказаться от натурфилософских догадок, объяснить основные процессы природы и свести их к естественным причинам. А. Гумбольдту («Космос», 1845 – принад-

лежит новая попытка синтезирования данных о природе Земли, накопленных наукой. Он поставил перед физической географией задачу исследовать общие законы и внутренние связи земных явлений и прежде всего – между живой и неживой природой. Но его синтез не мог быть полным. В это же время немецкий географ К.Риттер развивал совершенно иной взгляд на природу. Его интересовала не объективно существующая природа, а лишь ее влияние на человека. География, по Гумбольдту – это естественнонаучная дисциплина, по Риттеру – гуманитарное страноведение.

Свое первоначальное выражение в это время получает и прикладная экономическая география, так называемая камеральная статистика. Это собрание систематизированных сведений о населении, хозяйстве, административно-политическом устройстве территорий, финансах, торговле, военном потенциале и т.п.

В России в первой половине XIX столетия произошло четкое разделение экономической географии («статистики») и физической географии, которая разрабатывалась физиками (Э.Х.Ленц) и даже рассматривалась как часть физики.

Во второй половине XIX столетия намечается дифференциация естествознания. Резко возросшая потребность капиталистического хозяйства в различных видах естественных ресурсов стимулировала развитие специальных географических исследований и обособление специальных дисциплин. Все же преобладало мнение, что география – наука естественная.

Немецкий географ Ф.Ратцель положил начало антропогеографическому направлению, идейными основами которого являются социальный дарвинизм и географический детерминизм. Развитие этого направления привело ряд ученых к реакционным социологическим идеям и лженаучной геополитике.

Второе (западное) направление было хорологическим, которое интересовалось не общими закономерностями, а лишь индивидуальными особенностями отдельных мест и влиянием конкретной среды на человека. Это направление характерно и для начала XX в.

В России в конце XIX в. В.В.Докучаев, опираясь на разработанное им учение о почве и прогрессивные идеи биогеографии, положил начало комплексным физико-географическим исследованиям, задачи которых он тесно связывал с решением народнохозяйственных проблем. Он же создал школу географов-натуралистов и практиков, которая руководствовалась идеей географического комплекса. В это же время А.И.Воейков провел исследования в области воздействия человека на природу.

В начале XX столетия идея комплексного подхода к географическим проблемам начинает овладевать учеными. Английский географ Э.Дж.Гербертсон в 1905 г. разработал первую схему природного районирования всей суши. Немецкий ученый З.Пассарге в 1913 г. предложил классификацию ландшафтов и схему их морфологического расчленения. В то же время между двумя мировыми войнами характерно господство хорологической концепции и все больший отход от природы в сторону «культурно-географических» явлений, не учитывающих закономерностей развития общества. В географии все более начинают преобладать хозяйственные интересы.

В советской России уже с 1918 г. усилия географов были направлены на изучение естественных производительных сил. Академия наук СССР организовала большие комплексные экспедиции для этих целей. Наряду с теоретическими разработками в частных направлениях – климатологии, гидрологии, геоморфологии, гляциологии, почвоведении, геоботанике, мерзлотоведении, палеогеографии быстро возрастал интерес к комплексным физико-географическим и экономико-географическим проблемам.

Практический опыт и теоретические дискуссии последующих десятилетий подтвердили факт объективно сложившегося разделения географии на две группы наук – естественную и общественную и показали необходимость возрождения единой географии как комплексной науки. Комплексными проблемами являются, например, проблема теплового и водного баланса земной поверхности, циркуляции воздушных масс, влагооборота, теплообмена в системе атмосфера – суша – океаны, оледенение, синтетические исследования рельефа суши, изучение океанского и морского дна, а также многие другие. Комплексный характер проблем неизбежно ведет к появлению новых «пограничных» дисциплин.

География в своем развитии всегда была тесно связана с ***картографией***.

Географические карты – это уменьшенные обобщенные изображения земной поверхности на плоскости, показывающие размещение, сочетания и связи природных и общественных явлений, отбираемых и характеризуемых в соответствии с назначением данной карты. Для географических карт свойственны: особый математический закон построения (***картографические проекции***), изображение явлений посредством особой знаковой системы – картографических символов, отбор и обобщение изображаемых явлений (***картографическая генерализация***).

Построение при помощи картографических проекций позволяет получать по карте правильные данные о положении, плановых размерах и форме изображаемых земных объектов.

Использование ***картографических знаков*** дает возможность изображать земную поверхность с желательным уменьшением (масштабом), чтобы охватить единым взглядом необходимую часть или даже всю земную поверхность, воспроизводя при этом на карте те объекты, которые вследствие уменьшения не изображаются в масштабе карты; показывать на карте рельеф местности; показывать внутренние свойства изображаемых предметов, например, на карте моря можно показать основные физические особенности вод и течений; показывать распространение явлений, не воспринимаемых чувствами, например, магнитное склонение; выделять существенные признаки и т.п.

Картографическая генерализация – отбор и обобщение дает не только наглядную картину, но и позволяет правильно оценить географические условия для конкретных целей, позволяет находить общие закономерности размещения предметов на земной поверхности. Например, геологические карты, показывая геологическое строение местности, служат для выявления закономерностей распространения месторождений полезных ископаемых.

Карты делятся на общегеографические, на которых главным предметом изображения служит земная поверхность с объектами, на ней расположенными,

и тематические, отображающие распределение природных или социально-экономических явлений.

Для определения местоположения предметов на карты наносится сетка координат.

Величины, определяющие положение точки на земной поверхности, являются *географическими координатами – широтой* и *долготой*. Широта φ есть угол между отвесной линией в данной точке и плоскостью земного экватора. Долгота λ измеряется двугранным углом между плоскостью меридиана данной точки и плоскостью начального меридиана.

Широты отсчитываются от 0° до 90° по обе стороны экватора, причем в Северном полушарии они считаются положительными, в Южном – отрицательными. Долготы отсчитываются от начального меридиана от 0° до 360° либо к востоку (восточная долгота), либо к западу (западная долгота, по международному счету – положительная). Применяется также система отсчета от 0° до 180° к востоку и западу от начального меридиана. За начальный меридиан в настоящее время принят меридиан, проходящий через меридианный круг старой Гринвичской обсерватории в Гринвиче (Лондон). В России в XIX в. отсчет долгот велся от меридиана Пулковской обсерватории.

Труд картографа всегда был связан с учетом большого числа данных. В конце XX столетия развитие получила разработка карт с помощью вычислительной математики на электронных вычислительных машинах.

Возрастающие масштабы потребления естественных ресурсов и чрезвычайная актуальность проблемы повышения эффективности их использования дали толчок исследованиям в области оценки природных условий и естественных ресурсов. Это привело к усилению роли экономической географии, призванной не только изучать все эти проблемы, но и выдавать соответствующие рекомендации.

В перспективе наряду с углублением всевозможных частных географических исследований следует ожидать возрастание роли комплексных исследований, носящих глобальный характер.

9.3. Земное эхо солнечных бурь

Идея о связи между человеком и силами внешней природы возникла на заре человеческого существования. На фундаменте этой идеи родилась и пышно расцвела древнейшая из наук – астрология, которая, если отбросить все ее мистические заблуждения, учила о связи всех вещей и всех явлений. Одна из ветвей астрологического знания – астрологическая медицина утверждала, что болезненные процессы, протекающие в живом организме, находятся под непосредственным воздействием космических сил благодаря их могучему и таинственному влиянию. На той же почве было взращено зерно антропогеографии, которая, начиная со времен Геродота и Фукидида (V в. до н.э.), неизменно подтверждала зависимость живого организма и его проявлений от окружающей его физической стихии.

Уже древние врачи, выводя из своих наблюдений существование зависимо-

сти между человеком, животным и окружающей средой, стремились объяснить некоторые болезненные явления в человеческом организме влиянием этой среды. Описывая повальную болезнь жителей острова Эгиды, римский поэт Овидий (43 г. до н.э. – 17 г. н.э.) указывал, что болезнь охватила не только животных, но и растения. О том же говорил и другой римский поэт Лукреций (98–55 г. до н.э.) при описании мора в Аттике.

Из сообщений Фукидида известно, что эпидемия, свирепствовавшая в Аттике между 436 и 427 гг. до н.э., сопровождалась сильными землетрясениями, морскими наводнениями, засухами и неурожаями. При этом вулканы Лопарских островов находились в периоде чрезвычайной деятельности. Дио Касий (II в.), Иероним (340–420) и Орозий (IV в.) одинаково указывают, что голод в 5 г. н.э. и сильнейшие землетрясения в Италии имели место одновременно. В правление Клавдия в 51–52 гг. Греция и Италия страдали также одновременно от голода и землетрясений. В то же время голодала и Палестина, причем в Иерусалиме голод достиг ужасающих размеров. Через 10 лет в царствование Нерона повторились и землетрясения, и голод. После знаменитого извержения Везувия в 97 г. последовала сильнейшая моровая язва, «какие бывают не часто».

В различных описаниях моровой язвы у Антонина даны определенные указания на то, что эта жестокая повальная болезнь в период 165–180 гг. сопровождалась грозными явлениями природы: землетрясениями, наводнениями, налетами полчищ саранчи, засухами и т.п.

В.Зейбель тщательно собрал сведения, касающиеся многочисленных мощных явлений, предшествовавших и сопровождавших эпоху чумной эпидемии 580–581 гг.

Так, после извержения Везувия в 513 г. начался период опустошительных землетрясений, достигших своего сильнейшего развития в знаменитом Антиохийском землетрясении, когда погибло 250 тыс. человек и город Антиохия был сожжен до тла. В 542 г. чума появилась в Константинополе, в 543 г. землетрясения потрясали всю Европу, в 544 г. имело место страшное наводнение на фракийском берегу, а в 545–547 гг. колебания почвы и наводнения наблюдались в странах Европы.

Историки отмечают, что в 526 г. случилось настолько значительное уменьшение и потускнение солнечного света, что оно потеряло свой блеск и стало походить на Луну, оставаясь без сияния в течение целого года. Возможно, это было вызвано сильнейшими испарениями.

Летописцы того времени упоминают также об огненном метеоре, о разрушительных грозах, о появлении трех комет в период сильной чумы, о движении саранчи в последнюю эпоху эпидемии, о необычном размножении рыб и о целом ряде необычайных явлений в растительном и животном мире.

Почти во всех описаниях чумных эпидемий с 1348 по 1351 г. замечается стремление сопоставить появление эпидемии со стихийными явлениями природы.

Аналогичные явления происходили и на Востоке.

В это время с юга на север и с востока на запад по всей Европе прокатилось несколько сильнейших землетрясений, причем были разрушены десятки цветущих

городов и сотни замков, горели обширные территории лесов, и реки выходили из своих берегов. Упоминается о нечистом воздухе, тяжелых испарениях, густых облаках, закрывающих небо, и о невероятной жаре, утомлявших тело и стеснявших дыхание. Между прочим упоминается о влиянии новолуний на обострение эпидемий.

Астрологи того времени, как и следовало ожидать, уверяли, что причиной всех бедствий, постигших человечество, является грозное сочетание планет Юпитера и Сатурна.

В Англии находили, что эпидемии «потовой горячки», происходивших в 1487, 1507, 1518, 1529 и 1551 гг. обязаны ряду метеорологических явлений, в частности, совершенно необычайной влажности воздуха.

Многими врачами XVIII и XIX столетий была замечена связь между явлениями природы и развитием тех или иных болезней. Многие из них полагали, что одним существованием бактерий, которые есть всегда и везде, нельзя объяснить колебания заболеваемости и смертности. Микроорганизмы суть только возбудители болезней, но подлинные причины заболеваний лежат в самом организме, на который воздействуют внешние факторы, создавая условия для предрасположения или невосприимчивости к болезням. Почему в одни годы эпидемическая вспышка холеры охватывает огромные территории, распространяясь на все части света, а в другие она не появляется вовсе или локализуется в строго ограниченном районе? Почему эпидемии гриппа возникают одновременно во многих пунктах, удаленных друг от друга? Но отмечено не только одновременное возникновение эпидемий, но и одновременное их прекращение.

Установлено, что жесткость эпидемий по временам меняется, и колебания эти не всегда возможно объяснить влиянием известных климатических, сезонных или метеорологических факторов. С другой стороны, эпидемии, двигаясь по Земле широкой полосой, обходят некоторые местности. Спрашивается, почему?

Многие наиболее прозорливые врачи неминуемо приходили к мысли о роли неизвестных космических сил в темном эпидемическом процессе. Но закономерности, связанные с космосом, не попадают в поле зрения эпидемиологов, так как они скорее должны быть отнесены к порядку физических, а не биологических явлений. Складывается впечатление, будто бы некий общий для всей Земли фактор способствует повсеместному изменению некоторых конституционных особенностей человека, предполагая его к заболеваниям определенного типа.

Современный биолог имеет веские мотивы утверждать, что жизнедеятельность растительных и животных организмов стоит в известной зависимости от разных метеорологических явлений, одно из первых мест среди которых современная наука отводит электрическим феноменам. Поскольку же электрические, магнитные и электромагнитные явления в земной коре и ее атмосфере стоят в теснейшей зависимости от явлений космических, и главным образом от Солнца, то прежде всего надлежит исследовать вопрос о том, в каком соотношении с солнцедеятельностью стоят те или иные эпидемические заболевания.

Несмотря на то что еще в глубокой древности человек интуитивно постиг главенствующую роль Солнца в жизни нашего мира, назвал его своим богом,

создал о нем лучшие сказки, мифы, легенды и саги, посвятил ему свои храмы, наука о Солнце началась лишь с того времени, как европейскими учеными Фабрицием, Шейнером, Галилеем и Гарриотом в 1610–1611 независимо друг от друга были начаты исследования пятен на поверхности светила.

После ряда споров, носивших скорее теологический характер, существование пятен на Солнце было признано несомненным, и за ними были установлены систематические наблюдения. Эти наблюдения и положили начало физике Солнца. Уже через два года, исходя из данных о движении пятен, Галилей, Фабриций и Шейнер открыли скорость обращения солнечного тела в 26–27 дней.

Пятна представляют собой грандиозные образования, которые в определенные периоды становятся видными невооруженным глазом. Группы пятен достигают иногда колоссальных размеров, равных 250 тыс. км, и покрывают площади в сотни миллионов квадратных километров, например февральское пятно 1917 года – около 250 тыс.км.

Сроки существования пятен различны, от нескольких дней до трех месяцев. Появляются пятна в основном в двух поясах по обе стороны экватора – между 10° и 30° широты. Число пятен очень изменчиво: бывают годы, когда по солнечному диску все время одно за другим проходят пятна больших размеров, и, наоборот, иногда в течение месяца наблюдателю удается отметить лишь несколько маленьких точек.

В 1851 г. астроном Швабе объявил о том, что изменения в числе солнечных пятен наступают периодически, причем период равен 10 годам. Цюрихский астроном Р.Вольф уточнил период, он оказался равным 11 годам. И это значило, что внутри Солнца происходят периодические изменения.

Проведенные исследования циклов активности Солнца показали среднюю периодичность его активности в 11,1 года, но колебания периода составляют от 7 до 17 лет. По средневековым китайским записям, максимумы солнечной активности приходились на годы 372, 840, 1078, 1133 и 1372.

Но что такое пятна? Над разгадкой их природы билось немало выдающихся умов. Было много различных предположений, но после работы американского ученого Дж.Хэйла, вышедшей в 1908 г., большинство астрономов сошлись на вихревой теории пятен. Но пятна – это не просто вихри, а «электрические вихри». Солнечные пятна следует рассматривать как воронкообразные вихри, в которых движение идет снизу вверх. Скорость движения вещества достигает огромных величин. Достигшие вершин охлажденные газы двигаются по спирали быстро увеличивающихся радиусов.

В 1903 г. Хэйл показал, что причиной раздвоения спектральных линий в солнечных пятнах является магнетизм. Оказалось, что пятна представляют собой колоссальные магниты. Когда один из полюсов обращен к нам, второй находится глубоко в Солнце. Но около 60% всех пятен имеют два полюса на поверхности – северный и южный. Окончательного мнения о природе магнитного поля в солнечных пятнах нет до сих пор, считается, что, вероятнее всего, оно возникает в результате движения в потоках газа свободных электронов, образующих конвекционный ток.

Но кроме этого Солнце излучает в пространство электромагнитные колебания широкого диапазона, включая оптический и инфракрасный, а также корпускулярную радиацию – электронные, протонные, ионные и пылевые потоки, причем электромагнитные волны, двигаясь со скоростью света, достигают поверхности Земли через 8,3 минуты после возникновения; фотонные структуры двигаются со скоростями в сотые доли скорости света и достигают поверхности Земли через несколько часов, а корпускулярные потоки, так называемый солнечный ветер, двигаясь со скоростью около Земли в 300–750 км/с, достигают земной поверхности только через несколько суток. И все эти потоки оказывают влияние на атмосферу Земли, на ее магнитное поле, на тектонические процессы в Земле и на все, что находится на ее поверхности, включая в первую очередь всю биосферу.

К середине 20-х годов XX столетия были поставлены в причинную зависимость от степени напряженности солнечной активности следующие физические явления на Земле:

1. Напряженность земного магнетизма;
2. Частота полярных сияний;
3. Частота появления перистых облаков;
4. Количество ультрафиолетовой радиации;
5. Частота появления галосов и венцов вокруг Солнца и Луны;
6. Количество радиационной эманации в воздухе;
7. Степень ионизации верхних слоев атмосферы;
8. Колебания напряженности атмосферного электричества;
9. Частота и интенсивность грозовой деятельности;
10. Количество озона в воздухе;
11. Количество космической пыли в воздухе;
12. Количество тепловой радиации;
13. Температура воздуха у поверхности Земли;
14. Давление воздуха;
15. Частота бурь, ураганов, смерчей;
16. Количество осадков;
17. Высота уровня озер;
18. Иловые отложения озер;
19. Колебания климата;
20. Землетрясения.

Все они оказались подверженными солнечной активности.

Несомненно, лучистая энергия Солнца является также и могущественным биологическим фактором. В зависимости от количества притекающей лучистой энергии меняется скорость химических, а следовательно, и физиологических реакций. И если изменение количества получаемой различными участками Земли лучистой энергии Солнца вследствие шарообразности Земли и наклоне ее оси оказывает решающее влияние на распределение по поверхности и на общее развитие органической жизни планеты, то закономерен вопрос, не отражаются ли на органической природе Земли также мощные колебания в степени напряженности солнцедеятельности? Простая статистика показывает, что под влия-

нием таких процессов претерпевает изменение целый ряд физических и химических факторов, имеющих глубочайшее влияние на биосферу Земли целиком, на весь органический мир, начиная от простейших растительных организмов и кончая человеком.

Советский исследователь взаимосвязи деятельности Солнца с земными процессами А.Л.Чижевский систематизировал и исследовал влияние солнечной активности на целый ряд земных процессов. Ниже следует их самый краткий перечень:

1. Величина урожая кормовых злаков;
2. Количество и качество добываемого вина;
3. Рост древесины;
4. Время зацветания растений;
5. Пышность цветения растений;
6. Эпитафии;
7. Размножаемость и миграции насекомых;
8. Размножаемость и миграции рыб;
9. Время весеннего перелета птиц;
10. Размножаемость и миграции животных;
11. Продолжительность стойлового содержания скота;
12. Эпизоотии, падеж скота;
13. Качество кальция в крови;
14. Частота поражения человека ударами молнии;
15. Колебания веса младенцев;
16. Квантитативная компенсация в функциях биосферы;
17. Психопатические эпидемии;
18. Частота эффективных преступлений;
19. Частота несчастных случаев;
20. Нервная возбудимость;
21. Частота внезапных смертей;
22. Частота обострений болезней;
23. Частота эпилептических припадков;
24. Колебания общей смертности;
25. Рождаемость;
26. Брачность;
27. Эпидемии и пандемии.

А.Л.Чижевским была исследована корреляция между астрономическими данными по наблюдениям за солнечными пятнами и эпидемиями холеры, чумы, возвратного тифа, гриппа, брюшного тифа и ряда других болезней. Здесь нет возможности привести тот громадный статистический материал, который был собран многими исследователями и который был обобщен Чижевским. Желающим понять проблему глубже целесообразно обратиться к книге А.Л.Чижевского «Эхо солнечных бурь» (М., Мысль, 1976).

Несмотря на различные местности и различное время, единственный фактор, который обобщает все эти явления, это периодический процесс пятнообразования на Солнце.

Но поскольку сам это процесс находится в жесткой связи с положением планет относительно Солнца, а это положение может быть с высокой точностью рассчитано на много лет назад и вперед, появляется заманчивая возможность заблаговременного предсказания многих опасных явлений на Земле с целью по возможности избежать катастрофических последствий.

Не надо закрывать глаза на предстоящие трудности. Еще очень много темных, неясных мест в концепции функциональной зависимости всех явлений на Земле от специфической деятельности Солнца. Однако цель науки – прогноз. Только при дружном натиске многих отделов естествознания на закулисные тайны природы можно рассчитывать в конце концов открыть завесу над этой темной областью, дабы затем повести планомерную ее осаду. В противном случае мы еще долгое время будем уподобляться тем зрячим, которые в сущности не видят ничего.

«Бесполезны тому очи, кто желает видеть внутренние вещи, лишаясь рук к отверзию оных. Бесполезны тому руки, кто к рассмотрению открытых вещей очей не имеет» (М.В.Ломоносов).

9.4. Биосфера и ноосфера

Биосфера – активная оболочка Земли, в которой живые организмы, в том числе и человек, и среда их обитания органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему. В биосферу входят нижние слои атмосферы, гидросфера и верхняя часть литосферы, генетически связанные с живым веществом.

Биосфера Земли образовалась в результате того, что около 3–3,5 миллиардов лет назад в следствие благоприятных условий на планете и закономерной эволюции материи на Земле возникла жизнь. Совокупность всех населяющих планету живых организмов, так называемое живое вещество Земли, оказала значительное влияние на состав атмосферы, гидросферы и осадочной оболочки.

В 20–30-е годы советский академик В.И.Вернадский создал теорию о биосфере, развивающую учение В.В.Докучаева. Биосфера – это оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой существенным образом обусловлены прошлой и современной деятельностью живых организмов. Биосфера охватывает часть атмосферы, гидросферы и верхнюю часть литосферы, которые взаимосвязаны сложными биогеохимическими циклами миграции веществ и энергии (по В.И.Вернадскому – биогенная миграция атомов). Начальный момент этих циклов заключен в трансформации солнечной энергии растениями и синтезе биогенных веществ на Земле.

В основе учения Вернадского лежат представления:

1) о планетарной геохимической роли ***живого вещества*** – совокупности всех живых организмов, существовавших или существующих в определенный отрезок времени, рассматриваемых как мощный геологический фактор; живое вещество количественно выражается в элементарном химическом составе, массе и энергии);

2) об организованности биосферы, являющейся продуктом сложного пре-

вращения вещественно-энергетических и информационных потоков живым веществом за время геологической истории Земли.

Биосфера включает не только область жизни, но и другие структуры Земли, генетически связанные с живым веществом. В пределах биосферы везде встречается либо живое вещество, либо следы его биогеохимической деятельности. Газы атмосферы (кислород, азот, углекислота), природные воды, нефти и угли, известняки, глины и их метаморфические производные (сланцы, мраморы, граниты и др.) в своей основе созданы живым веществом.

Живое вещество выполняет следующие биогеохимические функции:

– газовые (миграция газов и их превращения);
– концентрационные (аккумуляция химических элементов из внешней среды);
– окислительно-восстановительные (химические превращения веществ);
– биохимические и биогеохимические, связанные с деятельностью человека.

По Вернадскому, вещество биосферы состоит из семи разнообразных, но геологически связанных частей: живое вещество, биогенное вещество, косное вещество, биокосное вещество, радиоактивное вещество, рассеянные атомы, вещество космического происхождения. В пределах биосферы везде встречается либо живое вещество, либо следы его биохимической деятельности. Как полагал Вернадский, газы атмосферы (кислород, азот, углекислота), природные воды, равно как и нефти и угли, известняки, глины и их производные - сланцы, мраморы, граниты и др. в своей основе созданы живым веществом планеты. Слои планеты, лишенные в настоящее время живого вещества, но переработанные им в геологическом прошлом, Вернадский относил к области «былых биосфер».

Биосфера мозаична по структуре и составу, отражая геохимическую и геофизическую неоднородность лика Земли (океаны, озера, горы, ущелья, равнины и пр.) и неравномерность в распределении живого вещества по планете как в прошлые эпохи, так и в наше время. Максимальное содержание живого вещества гидросферы приурочено к мелководью, минимальное – к глубоководным акваториям; на суше эта неравномерность проявляется в мозаике биогеоценотического покрова (леса, болота, степи, пустыни и пр.) с минимумом плотности живого вещества в высокогорьях, пустынях и полярных областях.

Активная часть современной биосферы называется ***биогеоценоз*** – взаимозависимый комплекс живых и косных компонентов, связанных между собой обменом веществ и энергий, одна из наиболее сложных природных систем. К живым компонентам относятся автотрофные организмы – фотосинтезирующие зеленые растения и хемосинтезирующие микроорганизмы и гетеротрофные организмы – животные, грибы, многие бактерии, вирусы. К косным относятся приземный слой атмосферы с ее газовыми и тепловыми ресурсами, солнечная энергия, почва с ее водоминеральными ресурсами и отчасти кора выветривания. Особо важную роль в биогеоценозе играют зеленые растения (высшие и низшие), дающие основную массу живого вещества. Они производят первичные органические материалы, вещество и энергия которых используется самими растениями и по цепям питания передаются всем гетеротрофным организмам. Зеленые растения через процессы фотосинтеза и дыхания поддерживают баланс кислорода

и углекислого газа в воздухе, а через транспирацию участвуют в круговороте воды. В результате отмирания организмов или их частей происходит биогенная миграция и перераспределение в почве элементов питания Na, P, K, Ca и др. Наконец, зеленые растения прямо или косвенно определяют состав и пространственное размещение животных и микроорганизмов.

Роль в биогеоценозе хемотронных микроорганизмов менее значительна. По специфике деятельности они делятся на потребителей, преобразующих и отчасти деструкторов (грибы, бактерии), разлагающих сложные органические вещества отмерших организмов.

В функционировании биогеоценоза велика роль почвенных животных – сапрофагов, питающихся органическими остатками отмерших растений и почвенных микроорганизмов, разлагающих и минерализующих эти остатки. От их деятельности зависит структура почвы, образование гумуса, содержание в почве азота, превращения минеральных веществ и т.п.

Косные компоненты служат источником энергии и первичных материалов – газов, воды и минеральных веществ.

Толща биогеоценоза не бывает однородной ни по составу, ни по условиям и результатам деятельности. Она дифференцируется на надводную, подземную и подводную части, которые в свою очередь делятся на элементарные и вертикальные структуры – биогоризонты, специфические по своему составу, структуре и состоянию живых и косных компонентов. Эти неоднородности или мозаичности получили название парцелл, в каждую из которых входят растительность, животные, микроорганизмы, почва, атмосфера.

Биогеоценоз – динамическая система. Он непрерывно изменяется и развивается в результате внутренних противоречивых тенденций его компонентов. Изменения могут быть кратковременными, зависящими от времени суток, погоды, сезонов, а могут быть и глубокими, ведущими к необратимым сменам состояния. Они могут быть медленными и быстрыми, последние – из-за стихийных событий или из-за деятельности человека. Но современному биогеоценозу присуща и устойчивость вследствие длительной и глубокой адаптации живых компонентов друг к другу.

Совокупность биоценозов всей Земли образует биогеоценотический покров, или биогеосферу. Изучение биогеоценоза и биогеосферы составляет задачу науки биогеоценологии, задачей которой является исследование структуры, свойств и функций составляющих биогеоценозы компонентов и расшифровка механизма их связей, изучение потоков вещества и энергии в них, изучение преобразования одними компонентами состояний, свойств и работы других, определение их роли в общей динамике, установление реакций компонентов на стихийные воздействия и хозяйственную деятельность человека, изучение устойчивости биогеоценозов и ее регуляторных механизмов, исследование всех взаимосвязей, обеспечивающих единство биогеосферы.

Биогенные элементы – это элементы, постоянно входящие в состав организмов и имеющие определенное биологическое значение. Прежде всего это кислород (70% массы всех организмов), углерод (18%), водород (10%), кальций, калий, фос-

фор, магний, сера, хлор, натрий, железо. Эти элементы входят в состав всех живых организмов, составляют их основную массу и играют большую роль в процессах жизнедеятельности. Успехи аналитической химии и спектрального анализа расширили перечень биогенных элементов, в состав организмов в малых дозах входят микроэлементы, но они играют важную биологическую роль. Многие элементы играют важную роль только для определенных видов организмов (например, бор для растений). При нарушении поступления в организмы того или иного биоэлемента наступают биогеохимические эндемии, например зоб у человека при недостатке йода в воде и пище или черная пятнистость свеклы при недостатке бора.

Всю живую природу можно сравнить с иерархической «лестницей» существ, на нижних ступенях которой расположены простейшие одноклеточные организмы, а на верхних – бесконечно сложные существа, растения, животные и человек.

Сегодня на нашей планете имеется:

– бактерий – 31 род;
– водорослей – 4000 видов, из них:
– сине-зеленых водорослей – 150 родов (1400 видов);
– грибов – около 200 000 видов;
– лишайников – около 16 000 видов;
– мхов – свыше 18 000 видов;
– растений – около 500 000 видов.

Немало на Земле и представителей животного мира, среди них простейших одноклеточных насчитывается около 15 000 видов, а позвоночных – около 70000 видов, в том числе:

– кишечнополостных – 5000–9000 видов;
– червей плоских – 6500 видов;
– червей круглых – 5000–8000 видов;
– червей кольчатых – 5000–7600 видов;
– млекопитающих – 12 540 видов;
– птиц – 16 000 видов;
– пресмыкающихся и земноводных – 9000 видов;
– рыб – 20 000 видов;

Всего же видов, населяющих нашу планету, насчитывается более полутора миллионов.

Высшей ступенью живых организмов на Земле является человек, субъект общественно-исторической деятельности и культуры. Человек, создавая орудия труда, является новым фактором, оказывающим мощное влияние на биосферу, используя их для воздействия на окружающий мир.

В связи с тем, что воздействие человека, особенно в последние десятилетия, оказалось весьма существенным для природы, Вернадским было выдвинуто понятие «ноосферы», т.е. сферы воздействия на природу человеческого разума, знаний. Человек, познавая природу и совершенствуя технику, становится крупной силой, сопоставимой по масштабам с геологической, и начинает оказывать определяющее влияние на ход процессов на Земле и в околоземном пространстве, чаще всего – негативное.

Ноосфера имеет тенденцию к расширению. В понятии ноосферы подчеркивается необходимость разумной организации взаимодействия общества и природы в противоположность стихийному, хищническому отношению. Отношение к природе определяется не только уровнем техники, но и социальным строем. Погоня за прибылью в капиталистическом строе неизбежно ведет к разбазариванию природных ресурсов и резкому ухудшению экологии вплоть до катастрофических последствий.

Идеи Вернадского оказали огромное влияние на экологическое мышление в СССР и за рубежом. Особенно актуальными они стали в 50-60-е годы в связи с возросшей угрозой глобальных нарушений в биосфере, вызванных деятельностью человека.

Характеризуя сегодняшнее состояние биосферы и ноосферы как критическое для человечества в целом, приходится констатировать, что выходом является только смена ориентаций – приоритет ценностей человека и общества над частными и личными интересами, отказ от прибыли как основной цели производства и государственный контроль за всеми видами технологических процессов и производств. При этом решения о допустимости тех или иных проектов должны приниматься с учетом их отдаленных последствий.

9.5. Земные загадки

Казалось бы, что, живя на поверхности Земли, ученые разобрались в ее строении и процессах, происходящих в ней и на ней, достаточно глубоко. Однако на самом деле это не всегда так.

Земля имеет сложную форму, определяемую совместным действием гравитации, центробежных сил, а также совокупностью внутренних и внешних рельефообразующих сил. Приближенно в качестве формы (фигуры) Земли принимают уровенную поверхность гравитационного потенциала, т.е. поверхность, во всех точках перпендикулярную к направлению отвеса, совпадающую с условной поверхностью воды в океане при отсутствии волн, приливов, течений и возмущений. Такую поверхность принято называть геоидом.

Принципиально для многих расчетов годится упрощенная модель Земли, например шар или эллипсоид вращения. Но на самом деле реальная форма Земли это не совсем эллипсоид, потому что Земля несколько вытянута к северу и сплюснута на юге, разница составляет примерно 400 метров, а причина этого неизвестна.

До последнего времени были неизвестны также причины и некоторых других явлений, например, следующих:

- почему Земля вообще имеет этакую форму груши, вытянутую к северу?
- почему точно на севере находится океан, а точно на юге материк, покрытый льдом, да еще на нем пониженная температура и постоянный антициклон?
- почему материки сосредоточены в основном в Северном полушарии?
- почему в южных широтах существуют «ревущие сороковые»?

– почему посредине всех океанов имеются всевозможные хребты и «поднятия», имеющие в совокупности протяженность 60 тыс. км, отдельные подводные вершины которых имеют высоту до 2,5 км?

Несмотря на статистическую очевидность взаимовлияния солнечных процессов на земные события, механизм этого влияния остается неясным, так же как и механизм влияние положения планет на солнечную активность.

Имеется серия нерешенных вопросов в геологии и минералогии и в других «земных» науках.

На эти и многие другие вопросы ответа сегодня у официальной науки нет. Однако можно с уверенностью полагать, что ответа на них и не будет до тех пор, пока Земля как планета Солнечной системы, в свою очередь, являющаяся элементом Галактики, не будет рассмотрена с учетом тех процессов, которые происходят в Галактике и во всей Вселенной.

Литература к главе 9.

1. Виноградов А.П. Образование металлических ядер планет. М., Геохимия, 1975, № 5.
2. Войткевич Г.В. Рождение Земли. Ростов-на-Дону. Изд-во Феникс, 1996.
3. Гангус А.А. Тайна земных катастроф, 2-е изд. М., Мысль, 1985, 190 с.
4. Грушинский Н.П. Круглая ли Земля? М., Знание, 1989, 60 с.
5. Дерпольц В.Ф. Мир воды. Л., Недра, 1974, 254 с.
6. Дуэль И. Судьба фантастической гипотезы. М., Знание, 1985.
7. Зигель Ф.Ю. Планета Земля, ее прошлое, настоящее и будущее. М., Мысль, 1974, 223 с.
8. Израилев В.М. Земля – планета парадоксов. М., Наука, 1991, 189 с.
9. Криволуцкий А.Е. Голубая планета Земля среди планет. Географический аспект. М., Мысль, 1985, 335 с.
10. Куликов К.А. Планета Земля, 2-е изд. М., Наука, 1977, 192 с.
11. Максимов Е.В. Ритмы на Земле и в космосе. Спб, изд. СпбГУ, 1995, 323 с.
12. Михайлов А.А. Земля и ее вращение. М., Наука, 1984, 79 с.
13. Мукитанов Н.К. От Страбона до наших дней. (Формирование географической науки. Логический анализ концепций современной географии. Актуальные проблемы.) М., Мысль, 1985, 270 с.
14. Почтарев В.И. Магнетизм Земли и космическое пространство. М., Наука, 1966,
15. Рингвуд А.Е. Происхождение Земли и Луны. М., Недра, 1982.
16. Степанов В.Н. Мировой океан. Динамика и свойства вод. М., Знание, 1974, 256 с.
17. Филиппов Е.М. Вселенная, Земля, жизнь. Киев, Наукова думка, 1983, 238 с.
18. Шмидт О.Ю. Происхождение Земли и планет. М., Наука, 1962.

Глава 10. ТЕРМОДИНАМИКА

«Теплота - это движение особого рода, природа которого никогда не была объяснена удовлетворительным образом».

В.Томсон. Очерк наук о теплоте и электричестве

10.1. Становление кинетической теории теплоты

Учение о теплоте своими корнями уходит в глубокую древность. Теплоте уже тогда придавалось исключительное значение. В одном из древних сочинений автор писал по этому поводу: «Горячее, огненное начало так слито во всю природу, что ему принадлежит плодородная сила, ему обязаны животные и растения своей силой и своим вырастанием».

В те времена уже были известны простейшие проявления действия теплоты: испарение, кипение и плавление. Правда, попытки объяснить эти явления успеха не имели.

Была подмечена также очень важная связь между теплотой и движением. Еще во втором веке до нашей эры впервые был использован пар для получения механического движения. Этим наука обязана древнегреческому инженеру Герону Александрийскому, который изобрел эолипил, представляющий собой полый железный шар, способный вращаться вокруг своей оси. В шар из котла поступал нагретый пар, который затем вырывался через укрепленные на шаре изогнутые трубки, приводя шар во вращение.

Так за две тысячи лет был открыт принцип паровой турбины, созданной, как известно, только во второй половине прошлого столетия. Герону было также известно явление расширения воздуха при его нагревании.

Известный римский поэт и философ Тит Лукреций Кар, живший в I веке до нашей эры, знал о нагревании свинцового шарика при катании его по твердой поверхности, о чем он писал в своей поэме «О природе вещей».

Однако прошло много столетий, прежде чем человек смог пополнить свои знания в этой области, систематизировать их и дать им надлежащее истолкование. Это стало возможным тогда, когда ученые перешли от простых наблюдений к опытному изучению физических явлений, в том числе и тепловых. На такой путь наука стала только в XVII в. В это время были изобретены многочисленные приборы, позволившие разносторонне и точно исследовать физические явления. К числу таких приборов, в первую очередь, следует отнести термометр, без которого немыслимо количественное изучение тепловых явлений.

В конце XVI в. было вновь открыто явление расширения воздуха при нагревании. Знаменитому итальянскому физику Галилео Галилею в 1597 г. пришла счастливая мысль использовать это явление для устройства прибора, с помощью которого можно было определять степень нагрева тел, прибор получил название термоскопа.

Термоскоп Галилея представлял собой стеклянную трубку, верхний конец которой заканчивался шариком. Открытый нижний конец трубки помещался в воду, которая устанавливалась в ней на некотором уровне. При нагревании шарика воздух в нем расширялся и вытеснял из трубки часть воды, вследствие чего ее уровень понижался. При охлаждении шарика уровень воды повышался. Таким образом можно было качественно судить о степени нагретости воздуха.

Только через 60 лет, в 1657 году, термоскоп был усовершенствован во Флоренции организованной там «Академией опыта». Термоскоп перевернули, и в него был налит спирт, который расширялся при нагреве и не замерзал при низких температурах. Трубку разделили стеклянными бусинками на ряд отдельных частей. Число делений составляло от 40 до 50. Таким образом был получен прообраз будущего термометра. Этот прибор позволил флорентийским ученым сделать важные открытия, например, открыть тепловое излучение нагретых тел, направляя излучение от вогнутых зеркал на шарик.

Когда голландский физик Х.Гюйгенс открыл в 1665 г. постоянство температуры кипящей воды, он предложил использовать эту температуру в качестве одной из постоянных точек термометра, но это было реализовано позже.

Существенный шаг вперед был сделан немецким ученым Д.Г.Фаренгейтом (1686–1736), который предложил в качестве постоянных точек термометра использовать температуру смеси снега со льдом и температуру человеческого тела. Эти точки были обозначены соответственно 32 и 92. Фаренгейт заменил спирт ртутью, а в качестве верхней постоянной точки шкалы он взял температуру кипящей воды, обозначив ее числом 212. Термометрическая шкала Фаренгейта до сих пор применяется в Англии и США.

Современные постоянные точки термометра – температуры тающего льда и кипящей воды были предложены французским ученым Р.А.Реомюром в 1730 году. Шкалу между этими точками Реомюр разделил на 80 частей, причем нулю соответствовала температура кипящей воды, а 80 – тающего льда. Стоградусная термометрическая шкала, получившая наибольшее распространение, была предложена шведским физиком Цельсием в 1742 г. В этой шкале точка таяния льда обозначалась числом 100, а точка кипения воды – нулем. Только в 70-х годах XVIII в. было введено современное обозначение этих точек: температура таяния льда была принята за ноль стоградусной шкалы, а температура кипения воды за 100 градусов (лед и вода при этом должны быть совершенно чистыми, а атмосферное давление – 760 мм. рт. ст.). Эта шкала получила название шкалы Цельсия.

В настоящее время наряду со шкалой Цельсия в физике используется абсолютная термодинамическая температурная шкала (шкала Кельвина, названа в честь В.Томсона – лорда Кельвина), в которой за нулевую точку отсчета принят абсолютный нуль температуры (–273,15 град. Цельсия). Шкала утверждена X Генеральной конференцией по мерам и весам в 1954 г.

В России в первой половине XVIII в. были распространены ртутные термометры, изготовленные французским астрономом и петербургским академиком Ж.Н.Делилем.

Длина их была 90 см, а шкала разделена на 150 делений. Этими термометрами широко пользовались русские ученые. Из-за больших размеров они были неудобны в употреблении и были вытеснены термометрами Реомюра.

Изучение тепловых явлений на основе опыта позволило подойти ближе к решению вопроса о природе теплоты.

Еще в XVII в. некоторые ученые, исходя из представлений об атомном строении тел, считали, что нагретость тел есть проявление движения их молекул. Для обоснования этой точки зрения они приводили в качестве примеров опытные факты, в которых связь между движением и теплотой не вызывала сомнений. Так, французский философ Р.Декарт ссылался на то, что, потирая ладони рук одна о другую, можно их согреть. Английский физик и химик Роберт Бойль (1627–1691) также отмечал, что при ударах тела нагреваются.

Представление о теплоте как об особом виде движения в середине XVIII в. было глубоко развито М.В.Ломоносовым. Он полагал, что природа теплоты – вращательное движение молекул. На основе своей теории он объяснил некоторые свойства газов, в частности закон Бойля-Мариотта, объяснил многие тепловые явления – теплопроводность, плавление и т.д. Ломоносов открыл не только Закон сохранения материи, но и движения. Он пришел к выводу о существовании «последней ступени холода» (абсолютного нуля), когда всякое движение молекул прекратится. Это было подтверждено В.Томсоном 100 лет спустя. Отстаивая механическую теорию теплоты, Ломоносов в заключительной части своей диссертации разко обрушивается на сторонников теории теплорода, хотя теория теплорода тогда была общепринятой. И вполне понятна реакция ученого мира на появление этой диссертации. Академическое собрание, которое рассматривало труды Ломоносова, весьма скептически отнеслось к идеям ученого.

Но далеко не все тепловые явления удавалось объяснить движением молекул, и поэтому не все ученые разделяли подобную точку зрения на теплоту. Так, широкое распространение получила иная точка зрения, согласно которой теплота рассматривалась как особое вещество – теплород. Её автором был учитель Ломоносова немецкий физик Х.Вольф. По этой теории, приток теплорода в тело должен вызывать его нагрев, убыль – охлаждение. Экспериментальное подтверждение того, что при теплообмене общее количество теплоты сохраняется, казалось, подтвердило гипотезу о том, что теплота – это особая жидкость.

С точки зрения многих ученых, подобное объяснение было вполне логичным, т.к. в это время считали, что электрические и магнитные свойства тел объясняются присутствием в них особых невесомых жидкостей – флюидов и поскольку теория теплорода объясняла все известные в то время тепловые явления. На этой основе петербургским академиком Г.В.Рихманом (1711–1753) и шотландским физиком Дж.Блэком (1728–1799) было объяснено явление «скрытой теплоты», необходимой для таяния льда. Они полагали, что часть теплорода тратится на сам этот процесс. Отсюда же пошло разграничение понятий тепла и температуры, которые до этого не различались. Блэк отчетливо понимал, что если тела имеют одинаковую температуру, то это не значит, что они содержат одинако-

вое количество теплорода. Этот физик очень близко подошел к понятию теплоемкости, которое было сформулировано позже.

Все это привело к тому, что в XVIII в. уже мало кто вспоминал о кинетической теории теплоты.

В 70-х годах XVIII в. из Америки в Европу приехал молодой талантливый инженер Бенджамин Томсон, впоследствии – граф Румфорд. Работая на артиллерийском заводе, он обратил внимание на то, что при стрельбе холостыми зарядами ствол орудия нагревался сильнее, чем при выстреле снарядами. Это никак не вязалось с представлениями о теплороде. В 1798 г. наблюдая за сверлением стволов, он был поражен большим количеством выделяемой при этом теплоты. Румфорд поставил специальный опыт, просверливая болванку тупым сверлом с помощью двух лошадей. Болванка быстро нагревалась, что невозможно было объяснить теорией теплорода. Поместив болванку в воду, Румфорд быстро довел ее до кипения. Отсюда Румфорд сделал вывод о том, что природа теплоты заключается в движении.

В 1799 г. английский физик и химик Гэмфри Дэви произвел опыт по таянию двух кусков льда при трении их друг о друга. Опыт однозначно подтвердил отсутствие теплорода. Но только к середине XIX в. теплород был окончательно упразднен из физики.

Немецкий врач и физик Роберт Майер в 1841 г. пришел к выводу о том, что физические и химические законы у живых организмов и неживой природы одни и те же. Это было очень смелое утверждение, т.к. тогда считалось, что жизнедеятельность организмов поддерживается некоей таинственной жизненной силой. В 1845 г. в статье «Органическое движение в его связи с обменом веществ» четко сформулировал Закон сохранения энергии и теоретически рассчитал численное значение механического эквивалента теплоты. Правильную оценку работ Майера впервые дал Гельмгольц, который в 1847 г. сформулировал Закон сохранения и превращения энергии как всеобщий закон природы. Идеи Майера не были поняты его современниками. Это обстоятельство, а также травля, связанная с оспариванием его приоритета, привели к тому, что весной 1850 г. он сделал попытку покончить с собой.

Одновременно с Майером опытные работы по определению механического эквивалента теплоты проводил Джеймс Джоуль (1818–1889), владелец пивоваренного завода и физик-любитель. Из многих десятков опытов он получил величину 438 кг.м/ккал.

Так, трое ученых, обобщая и анализируя известные факты о превращении различного рода «сил», пришли независимо друг от друга к великому открытию, завершившему многолетнюю борьбу между теорией теплорода и теорией теплоты как особой формы движения.

Развитие молекулярно-кинетической теории теплоты началось сразу же после открытия Закона сохранения и превращения теплоты. Пионером в этой области явился немецкий физик Рудольф Клаузиус (1822–1888), который начал систематически разрабатывать теорию теплоты.

Явление, которое позволило косвенно наблюдать движение молекул было открыто в 1827 г. английским ботаником Робертом Броуном, который в микроскоп увидел хаотическое движение частиц цветочной пыльцы. Но только 50 лет спустя этому эффекту было дано правильное объяснение. Но окончательный триумф молекулярно-кинетической теории был достигнут после проведения французским ученым Ж.Б.Перреном в 1909 г. опытов по распределению частиц эмульсии по высоте под воздействием силы тяжести.

Количественным воплощением молекулярно-кинетических представлений служат опытные газовые законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро, Дальтона, уравнение состояния Клапейрона-Менделеева, основное уравнение кинетической теории идеальных газов, закон Максвелла для распределения скоростей молекул и др. На базе молекулярно-кинетической теории теплоты и представлений об энергии в середине XIX в. появилась наука о теплоте – термодинамика.

Термодинамика – наука о наиболее общих свойствах макроскопических систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, и о процессах перехода между этими состояниями.

Термодинамика строится на основе фундаментальных принципов («Начал»), которые являются обобщением многочисленных наблюдений и выполняются независимо от конкретной природы образующих систему тел. Поэтому закономерности в соотношениях между физическими величинами, к которым приводит термодинамика, носит универсальный характер. Обоснование законов термодинамики, их связь с законами движения частиц, из которых построены тела, дается статистической физикой, задачей которой является выражение свойств макроскопических тел, т.е. систем, состоящих из очень большого числа одинаковых частиц (молекул, атомов, электронов и т.п.) через свойства этих частиц и взаимодействие между ними.

В основе молекулярно-кинетических представлений о строении и свойствах макросистем лежат три положения:

- любое тело – твердое, жидкое или газообразное – состоит из большого числа малых частиц – молекул (атомы можно рассматривать как одноатомные молекулы);
- молекулы всякого вещества находятся в беспорядочном, хаотическом, не имеющем какого-либо преимущественного направления движении;
- интенсивность движения молекул зависит от температуры вещества.

10.2. Некоторые положения современной термодинамики

Теплота – количество энергии, получаемое или отдаваемое системой при теплообмене при неизменных внешних параметрах системы. Тепловое движение – беспорядочное (хаотическое) движение микрочастиц (молекул, атомов, электронов и др.), из которых состоят все тела. ***Тепловое движение*** – это особая форма движения материи, качественно отличная от обычного механического движения, при котором все части тела движутся упорядоченно. Наиболее убедительным эк-

спериментальным доказательством сущности теплового движения служит броуновское движение – беспорядочное движение малых (размером в несколько мкм и менее) частиц, взвешенных в жидкости или газе, происходящее под действием толчков со стороны молекул окружающей среды.

Температура – физическая величина, характеризующая энергетическое состояние среды. Кинетическая температура – параметр, характеризующий среднюю кинетическую энергию теплового движения частиц, вычисляемый по формуле:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3kT}{2}; \quad T = \frac{mv^2}{3k},$$

где m – масса частицы, v – скорость теплового движения частиц,

$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$Дж$^{-1}$, K – постоянная Больцмана, T – температура газа, К.

Давление – физическая величина, характеризующая интенсивность нормальных (перпендикулярных к поверхности) сил, с которыми одно тело действует на другое. Давление в газовой среде связано с передачей импульса при столкновениях находящихся в тепловом движении молекул газа друг с другом или с поверхностью граничащих с газом тел.

Энтропия – мера необратимого рассеяния энергии, связанного с превращением тепла в работу. Связь энтропии S с внутренней энергией U, давлением p, объемом V и абсолютной температурой T определяется дифференциалом:

$$dS = (dU + pdV)/T.$$

Энтропия определяет характер процессов при отсутствии теплообмена с окружающей средой в адиабатической системе: возможны только такие процессы, при которых энтропия либо остается неизменной (обратимые процессы), либо возрастает (необратимые процессы). Термодинамическому равновесию в этом случае соответствует состояние с максимумом энтропии.

Тепловые процессы связаны со строением вещества и его внутренней структурой. Изменение температуры может изменить агрегатное состояние вещества, например, расплавить его или превратить в пар при повышении температуры или, наоборот, газ превратить в жидкость и даже в твердое вещество при охлаждении.

Теплообмен – самопроизвольный необратимый процесс переноса теплоты в пространстве, обусловленный неоднородным полем температуры. Различают три вида теплообмена – теплопроводность, конвекцию и лучистый теплообмен. На практике теплообмен обычно осуществляется всеми тремя видами одновременно.

Теплопроводность – перенос теплоты от более нагретых частей тела к менее нагретым, приводящий к выравниванию температур. При теплопроводности перенос энергии в теле осуществляется в результате непосредственной передачи энергии от частиц (молекул, атомов, электронов), обладающих большей энергией, частицам с меньшей энергией.

Конвекция – перенос теплоты в жидкостях, газах или сыпучих средах потоками вещества. Естественная конвекция возникает при неравномерном нагреве снизу текучих или сыпучих веществ, находящихся в поле тяжести или в системе, движущейся с ускорением. Вещество, нагретое сильнее, имеет меньшую плотность и под действием архимедовой силы перемещается относительно менее нагретого вещества. При вынужденной конвекции перемещение вещества происходит под воздействием какого-либо устройства (насоса, мешалки и т.п.).

Лучистый теплообмен (радиационный теплообмен) осуществляется в результате процессов превращения внутренней энергии вещества в энергию излучения, переноса энергии излучения и ее поглощения веществом. Протекание лучистого теплообмена определяется взаимным расположением в пространстве тел, обменивающихся теплом, и свойствами среды, разделяющей эти тела. Существенным отличием лучистого теплообмена от других видов теплообмена заключается в том. что он может протекать и при отсутствии вещественной среды, разделяющей поверхности теплообмена, т.к. он осуществляется в результате распространения электромагнитного излучения.

Равновесным является такое состояние изолированной системы, в которое она переходит по истечении бесконечно большого времени. Однако практически равновесие достигается за конечное время, называемое временем релаксации. При неизменных внешних условиях такое состояние может сохраняться сколь угодно долго.

Равновесное состояние полностью характеризуется небольшим числом физических параметров. Прежде всего это температура, равенство значений для всех частей системы является необходимым условием термодинамического равновесия (Нулевое начало термодинамики).

При переходе из одного равновесного состояния в другое система проходит через непрерывный ряд состояний. Если процесс может быть обращен вспять и при этом в окружающей среде не остается никаких изменений, то процесс является обратимым. Термодинамика дает полное описание обратимых процессов, а для необратимых процессов устанавливает лишь определенные неравенства и указывает направление их протекания.

Изобарный процесс – процесс, протекающий при постоянном давлении.

Изотермический процесс – процесс, протекающий при постоянной температуре.

Изохорный процесс – процесс, происходящий при постоянном объеме.

Адиабатный процесс – процесс совершения работы при отсутствии теплообмена с окружающей средой.

Термодинамические потенциалы – функции макроскопических параметров термодинамической системы (объема, давления, температуры, энтропии, числа частиц), за счет которых совершается работа системой и убывающие в процессе совершения ею работы. В зависимости от условий процесса такими потенциалами являются внутренняя энергия, энтальпия, Гельмгольцева энергия и Гиббсова энергия.

Внутренняя энергия – энергия внутреннего состояния тела, например, сумма кинетических энергий всех молекул, составляющих тело, определяемых через макропараметры – температуру и объем или температуру и давление.

Энтальпия – теплосодержание системы H с внутренней энергией U, давлением P и объемом V связана функцией:

$$H = U + PV.$$

Гельмгольцева энергия (свободная энергия, изохорный потенциал) A, определяется через внутреннюю энергию U, энтропию S и температуру T равенством:

$$A = U - TS.$$

Гиббсова энергия (изобарный потенциал) G определяется через энтальпию H, энтропию S и температуру T равенством:

$$G = H - TS.$$

В изотермическом равновесном процессе, происходящем при постоянном давлении, убыль гиббсовой энергии равна полной работе, производимой системой, за вычетом работы против внешнего давления, т.е. равна максимальной полезной работе.

Цикл Карно – обратимый круговой процесс, в котором совершается превращение теплоты в работу или работы в теплоту. Цикл состоит из последовательно чередующихся двух изотермических и двух адиабатных процессов. Впервые рассмотрен французским ученым Н.Л.С.Карно (1824) как идеальный рабочий цикл теплового двигателя. Превращение теплоты в работу сопровождается переносом рабочим телом двигателя определенного количества теплоты от более нагретого тела (нагревателя) к менее нагретому (холодильнику) (рис. 10.1).

Рабочее тело, например пар в цилиндре под поршнем, при температуре T_1 приводится в соприкосновение с нагревателем, имеющим постоянную температуру T_1 и изотермически получает от него количество теплоты dQ_1, при этом пар расширяется и совершает работу (AB на рис. 10.1). Затем рабочее тело, расширяясь адиабатически (по адиабате BC), охлаждается до температуры T_2. При этой температуре, сжимаясь изотермически (отрезок CD), рабочее тело отдает количество теплоты (Q_2) холодильнику с температурой T_2. Завершается цикл адиабатным процессом (DA на рис. 10.1.), возвращающим рабочее тело в исходное состояние. При постоянной разности температур ($T_1 - T_2$) между нагревателем и холодильником рабочее тело совершает за один цикл работу

$$dA = dQ_1 - dQ_2 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} dQ_1.$$

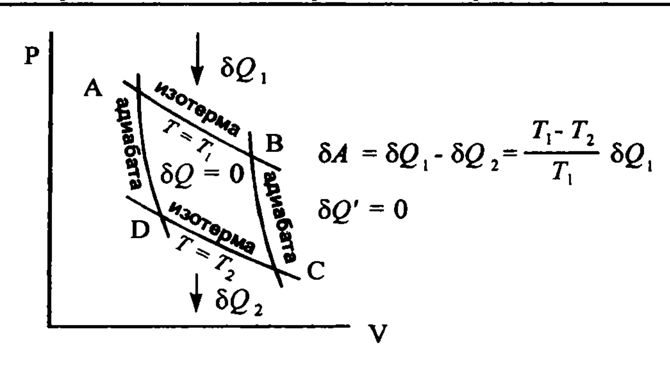


Рис. 10.1. Цикл Карно на диаграмме P-V (давление-объем): (Q_1 - количество теплоты, получаемое рабочим телом от нагревателя; (Q_2 - количество теплоты, отводимое им холодильнику.

Эта работа численно равна площади ABCD на рис. 10.1, ограниченной отрезками изотерм и адиабат, образующих цикл Карно.

Цикл Карно имеет наивысший кпд среди всех возможных циклов, равный

$$h = dA/dQ = (T_1 - T_2)/T_1$$

и служит мерой эффективности других рабочих циклов.

Основными законами термодинамики являются так называемые «Начала».

Первое начало термодинамики утверждает, что если система совершает термодинамический цикл, т.е. в конечном счете возвращается в исходное состояние, то полное количество тепла, сообщенное системе на протяжении цикла, равно совершенной ею работе. Количественная формулировка первого начала: количество тепла dQ, сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии dU и на совершение телом работы dA, т.е.

$$dQ = dU + dA.$$

Первое начало представляет собой по существу выражение Закона сохранения энергии для систем, в которых существенную роль играют тепловые процессы. Это утверждение эквивалентно утверждению о невозможности создания вечного двигателя 1-го рода.

Вечный двигатель 1-го рода – это такая машина, которая, будучи однажды запущена в ход, способна работать неопределенно долго и совершать полезную работу, не потребляя энергии извне. Поскольку ни при каком преобразовании энергии нельзя увеличить ее количество, а полезная работа может совершаться только расходуя внутреннюю энергию системы, то отсюда и следует невозможность создания такого двигателя.

Многочисленные опыты показывают, что все тепловые процессы необратимы в отличие от механического движения. Если реализуется какой-либо термодинамический процесс, то обратный процесс, при котором проходят те же тепловые состояния, но только в обратном порядке, практически невозможен, т.е. термодинамические процессы необратимы.

Второе начало термодинамики утверждает, что теплота не может самопроизвольно перейти от системы с меньшей температурой к системе с большей температурой.

С.Карно в 1824 г. показал, что любая тепловая машина должна содержать помимо источника теплоты (нагревателя) и рабочего тела, совершающего термодинамический цикл (например, пара), еще и холодильник, имеющий температуру более низкую, чем температура нагревателя. Обобщение вывода Карно на произвольные термодинамические системы и позволило Р.Клаузиусу сформулировать в 1850 г. указанное Второе начало. В формулировке английского физика В.Томсона (1851) Второе начало утверждает, что невозможно произвести механическую работу за счет охлаждения одного теплового резервуара. Обе приведенные формулировки Второго начала, являясь эквивалентными, подчеркивают существенное различие в возможностях реализации энергии, полученной за счет внешних источников и энергии беспорядочного (теплового) движения частиц тела.

Возможность использования энергии теплового движения частиц тела (теплового резервуара) для получения механической работы означала бы реализацию так называемого ***вечного двигателя 2-го рода***, работа которого не противоречила бы Закону сохранения энергии.

В середине XIX в. активно обсуждалась проблема тепловой смерти Вселенной, сформулированная В.Томсоном в 1851 г. Рассматривая Вселенную как замкнутую систему и применяя к ней Второе начало термодинамики, Р.Клаузиус в 1865 г. распространил принцип возрастания энтропии на всю Вселенную. Это привело его к утверждению, что все формы движения со временем должны перейти в тепловые. Переход же теплоты от горячих тел к холодным приведет к тому, что температура всех тел во Вселенной сравняется, т.е. наступит полное тепловое равновесие и все процессы во Вселенной прекратятся. Однако, по мнению ряда ученых, такое утверждение неправомерно, поскольку Вселенная бесконечна и является разомкнутой системой. Другие возможные механизмы, обеспечивающие отсутствие в природе Тепловой смерти, до недавнего времени не рассматривались.

10.3. О некоторых недостатках современной термодинамики

Несмотря на, казалось бы, полную завершенность термодинамики как науки и многочисленные подтверждения ее положений на практике, считать, что все проблемы теории теплоты решены, нет основания. Некоторые принципиальные

явления до настоящего времени не осознаны в должной мере, а по некоторым из них в свое время прошли ожесточеннейшие дискуссии.

Прежде всего до настоящего времени не выяснены многие физические процессы, связанные с понятиями теплоты и температуры. Конечно, сегодня уже ни у кого не вызывает сомнения факт реализации тепловой энергии в виде хаотического движения молекул в пространстве или колебаний молекул в твердом теле или жидкости. Однако до сих пор распределение энергии между степенями свободы молекул носит все еще гипотетический характер, а формы и сам механизм колебаний молекул в твердом теле и в жидкости практически не определены.

Каков механизм температуры в твердых телах и в жидкостях, какова форма колебаний молекул? Удар приходится по внешней электронной оболочке, почему же колеблется вся молекула? Относительно чего колеблется ядро и за счет каких упругих связей – межмолекулярных соединений или упругости самой электронной оболочки? Что колеблется при тепловом движении – вся масса молекулы, как пружинный маятник, или только деформируется электронная оболочка, колеблясь наподобие камертона, когда центр тяжести остается неподвижным в пространстве?

Что такое теплота плавления и испарения, каков механизм разрушения межмолекулярных связей?

Что представляют собой «электромагнитные излучения» остывающего тела и как вообще электрически нейтральная молекула, да еще имеющая малые размеры, может генерировать длинноволновое электромагнитное излучение?

Имеются природные процессы, явно не соответствующие «хорошо установленным» положениям термодинамики. Одним из таких процессов является образование устойчивых газовых вихрей типа смерчей и циклонов.

При формировании газового вихря происходит самопроизвольное сжатие тела вихря давлением окружающей вихрь атмосферы, что приводит не только к уменьшению его диаметра, но и к тому, что энергия его вращения возрастает за счет преобразования потенциальной энергии атмосферы в кинетическую энергию его вращения. При этом соблюдается Закон постоянства момента количества движения, и чем тоньше становится вихрь, тем больше энергии в него закачивается. В природе этот процесс наблюдается достаточно часто. Самопроизвольное накопление энергии при формировании газовых вихрей в принципе противоречит идее роста энтропии в природных процессах, в которых не участвует третий агент. Однако этот процесс, явно противоречащий Второму началу, практически не рассмотрен ни термодинамикой, ни газовой динамикой.

Совершенно недостаточна теория так называемых ***тепловых насосов*** – устройств для переноса тепловой энергии от теплоотдатчика с низкой температурой (чаще всего окружающей среды) к теплоприемнику с высокой температурой. Кстати, именно тепловые насосы со всей очевидностью демонстрируют условность представления о кпд – коэффициенте полезного действия.

Тепловой насос представляет собой обыкновенный холодильник, конденсор которого, расположенный на его задней стороне, используется в качестве нагре-

вателя. Холодильник имеет не один кпд, а целых два, причем оба не укладываются в Начала термодинамики.

Если рассматривать холодильник как нагреватель, то его кпд выше единицы, т.к. в конденсоре он выделяет не только энергию, получаемую из сети, но еще и энергию, получаемую от охлаждения морозильной камеры. Обе эти составляющие энергии в конце концов превращаются в тепло, выделяемое конденсором в окружающую среду. И если из сети взято 100 Вт энергии, а из морозильника за счет охлаждения его содержимого еще 100 Вт, то в виде тепла в конденсоре выделится 200 Вт, и кпд, следовательно, будет равен 2.

Однако если тот же процесс рассмотреть с точки зрения морозильной камеры, то этот же холодильник будет иметь кпд, равный –1, поскольку морозильник не выделяет тепло, а отдает его.

Если морозильную камеру опустить в реку или в море, то тепло от охлаждения воды поступит в конденсор, например, для обогрева помещений. Построенные таким образом во всем мире «тепловые насосы» обладают кпд около 4, что очень выгодно энергетически. Однако теория подобных систем разработана явно недостаточно.

Имеется ряд трудностей прикладного характера, например, далеко не все ясно в теории и практике сгорания топлив в форсунках при высоких температурах.

В настоящее время найдено много процессов, в которых дополнительная энергия поступает из окружающего процесс пространства. Удовлетворительного объяснения официальная наука таким явлениям не дает, хотя они известны уже давно. Найдена серия несоответствий термодинамическим представлениям в биологии, в некоторых химических реакциях и т.д. Вероятно, можно найти и ряд других примеров недостаточности современной термодинамики.

В термодинамике, как и в каждой области физики, еще есть множество нерешенных проблем, которые требуют внимательного подхода и, конечно, на основе четких физических модельных представлений о внутренней физической их сущности. Термодинамические процессы нужно рассматривать с учетом всех иерархических уровней организации материи, чего до сих пор не делалось. Таким образом, термодинамика, как и всякая наука, должна развиваться и охватывать все более широкий круг явлений.

Литература к главе 10.

1. Закон сохранения и превращения энергии. М., Учпедгиз, 1958, 258 с.
2. Гельфер Я.М. Закон сохранения и превращения энергии в его историческом развитии. М., Учпедгиз, 1958, 258 с.
3. Гельфер Я.М. Что такое теплота. М., Энергия, 1968, 128 с.
4. Гохштейн Д.П. Остановятся ли мировые часы? М.-Л., Госэнергоиздат. 1963.
5. Гухман А.А. Об основаниях термодинамики. М., Энергоатомиздат, 1986, 383 с.
6. Кошманов В.В. Карно, Клапейрон, Клаузиус. М., Просвещение, 1985.
7. Лазарев П.П. Энергия, ее свойства и источники. М., изд-во АН СССР, 1959, 278 с.
8. Лоренц Г.А. Лекции по термодинамике. Пер. с англ. М.-Л., Гостехтеориздат, 1941, 156 с.
9. Максвелл Дж.К. Теория теплоты в элементарной обработке. Киев, изд-во Вестника по физике, 1888, 292 с.

10. Пахомов Б.Я. Становление современной физической картины мира. М., Мысль, 1985, 268 с.
11. Смородинский Я.А. Температура. М., Наука, 1987, 190 с.
12. Тер Хаар Д., Вергеланд Г. Элементарная термодинамика. Пер. с англ. М., Мир, 1968, 218 с.
13. Щукин В.К. Теплообмен в природе и технике. М., Наука, 1965, 123 с.

Глава 11. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

«Материю и движение можно познать лишь путем изучения отдельных веществ и отдельных форм движения».
Ф.Энгельс. Диалектика природы

11.1. Общие положения

Вещество – вид материи, которая обладает массой покоя. В конечном счете вещество слагается из элементарных частиц, масса покоя которых не равна нулю,– в основном из протонов, нейтронов и электронных оболочек атомов.

Все вещества, независимо от их состояния, обладают некоторыми общими параметрами – удельной массой, температурой, теплоемкостью, механической прочностью или упругостью, температуропроводностью, коэффициентом температурного расширения, электропроводностью, магнитными свойствами и т.п. Все эти параметры могут изменяться в широких пределах как от одного вещества к другому, так и для одного и того же вещества в зависимости от внешних условий – состояния окружающей вещество среды.

В классической физике вещество отделяют от поля, которое объявлено «особым состоянием материи», что никак не проясняет ни характера поля, ни его взаимоотношения с веществом. Квантовая теория поля считает частицы вещества «особыми точками» поля, что также не проясняет ситуации.

Взаимодействие веществ осуществляется с помощью силовых полей взаимодействий. Все силовые поля взаимодействий имеют своим источником вещество, именно свойства вещества определяют в конечном счете все физические явления в природе. Поэтому изучение основных свойств вещества становится необходимым для понимания процессов природы.

Каждое вещество (физическое тело) может находиться в одном из четырех состояний – твердом, жидком, газообразном и плазменном.

Твердыми веществами называются тела, отличающиеся постоянством формы и объема. Твердые тела подразделяются на кристаллические и аморфные.

Жидкостями называют тела, которые имеют определенный объем, но не имеют упругости формы.

Газами называются тела, в которых силы отталкивания молекул превышают силы межмолекулярного взаимодействия и в которых молекулы движутся свободно, занимая весь предоставленный объем.

Плазмой называется частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы.

11.2. Твердые вещества

11.2.1. Основные понятия

Твердое тело – основной материал, используемый человеком. От кремневых орудий неандертальца до современных машин и механизмов, во всех технических приспособлениях, созданных человеком, используются различные свойства твердых тел. Если на ранних ступенях развития цивилизации использовались механические свойства твердых тел, которые непосредственно ощутимы человеком, – твердость, масса, пластичность, упругость, хрупкость и т.п., и твердые тела применялись лишь как конструктивный материал, то в современных технологиях используется огромный арсенал физических свойств твердых тел – электрических, магнитных, тепловых и т.д., как правило, недоступных непосредственному человеческому восприятию и обнаруживаемых только при лабораторных исследованиях.

В развитии теории твердого тела в истории физики не было особых споров и потрясений, как это имело место при становлении других разделов физики. Это можно объяснить тем, что свойства твердых тел определялись не столько на основе умозрительных теорий, сколько являлись следствием опытного изучения многочисленных веществ, считавшихся твердыми телами. Однако необходимо отметить ряд исследователей, благодаря трудам которых набран громадный экспериментальный материал по свойствам разнообразных твердых тел и была создана достаточно стройная теория твердого тела.

В 1660 г. английским физиком Робертом Гуком был сформулирован основной закон, выражающий связь между напряженным состоянием и деформацией упругого тела. Закон был установлен для простейшего случая растяжения или сжатия стержня, но затем он был распространен на произвольную форму образцов и на все виды деформаций.

Значительно позже, уже в XIX столетии французский инженер Габриэль Ламе, много лет проработавший в Петербурге, внес существенный вклад в теорию упругости, определив связь нормальных и касательных напряжений с компонентами деформаций.

Весьма значительную роль в понимании структуры твердого тела сыграло открытие в 1873 году голландским физиком Ван-дер-Ваальсом межмолекулярных сил, объединяющих атомы и молекулы твердого тела в единую структуру.

В настоящее время примерно половина всех физиков мира работает в области твердого тела, и теория твердого тела представляет собой весьма разветвленное учение.

Наряду с кристаллическим состоянием твердого тела существует аморфное состояние, в том числе стеклообразное состояние. Кристаллы характеризуются дальним порядком расположения атомов, в аморфных телах дальний порядок отсутствует. Аморфное тело можно рассматривать как жидкость с очень

большой вязкостью. Принципиально аморфное состояние должно рано или поздно переходить в кристаллическое.

Все свойства твердого тела могут быть поняты на основе знания его атомно-молекулярного строения, законов движения атомных (атомов, ионов и молекул) и субатомных (электронов, атомных ядер) частиц. Физика твердого тела выделилась в самостоятельную научную дисциплину.

Механические свойства твердых тел – реакции на внешние механические воздействия – сжатие, растяжение, изгиб, удар и т.д., определяются силами связи между его структурными частицами. Многообразие этих сил приводит к разнообразию механических свойств – одни тела пластичны, другие хрупки. Обычно металлы более пластичны, чем диэлектрики. При небольших статических нагрузках у всех твердых тел наблюдается линейное соотношение между напряжением и деформацией. Механические свойства твердых тел зависят от наличия дефектов и дислокаций, а также от их обработки, вносящей или устраняющей дефекты – отжиг, закалка, легирование и пр. Механические свойства многих материалов существенно зависят от внесенных в них примесей, процентное содержание которых может быть очень небольшим (доли процентов), но которые могут изменить механические свойства материалов, например упругость или прочность на разрыв, во много раз. Механические свойства твердых тел – основа их инженерного применения как конструкционных материалов.

С точки зрения ***электрических характеристик*** все твердые тела необходимо разделить на металлы, полупроводники и диэлектрики. ***Металлы*** (проводники) обладают высокой проводимостью порядка 10^{16} Сименс/м (сопротивлением порядка 10^{-16} Ом/м), ***полупроводники*** – порядка единиц Сименс/м (сопротивлением порядка единиц Ом/м), изоляторы обладают высоким сопротивлением порядка 10^{16} Ом/м^3 .

С точки зрения магнитных свойств все твердые тела необходимо разделить на ***диамагнетики***, у которых намагниченность направлена встречно внешнему намагничивающему полю (азот, водород, германий, кремний, соль, вода, фосфор, висмут, медь, золото, серебро, многие органические и неорганические соединения), и на ***парамагнетики***, у которых намагниченность направлена по полю (алюминий, литий, натрий, калий и т.д.). Диамагнетики отталкиваются от полюсов магнита, а парамагнетики притягиваются. Но при снятии магнитного поля и те, и другие собственным полем не обладают. Им обладают ферромагнетики и антиферромагнетики, которые после снятия магнитного поля сохраняют свою магнитную структуру.

Ферромагнетики (железо, кобальт, никель и пр.) намагничиваются по полю и усиливают его, а ***антиферромагнетики*** (некоторые редкоземельные элементы, окислы и соединения некоторых ферромагнетиков) намагничиваются против поля и ослабляют его.

11.2.2. Твердые кристаллические вещества

Кристаллы – твердые тела, имеющие правильное периодическое расположение составляющих их частиц. Кристаллы ограничены плоскими, упорядоченно расположенными друг относительно друга гранями, сходящимися в ребрах и вершинах. При температуре ниже точки кристаллизации кристаллическое состояние является устойчивым состоянием всех твердых тел.

Монокристаллы имеют форму правильных многогранников, обусловленную их химическим составом. Большинство твердых тел – ***поликристаллов*** – имеет мелкокристаллическую структуру, т.е. состоит из большого числа сросшихся, мелких, хаотически расположенных кристаллов – кристаллических зерен, кристаллитов.

Кристаллы имеют симметрию, состоящую в том, что любому заданному направлению в кристалле соответствует одно или несколько направлений, которые в отношении рассматриваемых свойств являются совершенно одинаковыми. Симметрия кристаллов исследуется с помощью симметрических преобразований (операций совмещения), в результате которых кристалл совпадает сам с собой в различных положениях. Простейшими операциями совмещения являются поворот, отражение, трансляция – параллельное смещение.

Различают скалярные, векторные и тензорные физические свойства кристаллов.

Скалярные свойства (плотность, теплоемкость и др.) однозначно определяются заданием численных значений соответствующих физических величин.

Векторные свойства (теплопроводность, электрическое сопротивление и др.) определяются заданием значений физических величин по каждому из трех направлений основных координатных осей кристалла.

Тензорные свойства определяются заданием их значений по более чем трем направлениям в кристалле (относительная диэлектрическая проницаемость, упругие свойства и т.д.).

По характеру сил взаимодействий, типу связи и тому, какие частицы расположены в узлах кристаллической решетки, различаются следующие типы твердых тел.

а) ***Металлы*** (Na, Fe и др.). При сближении атомов, находящихся в начале каждого периода таблицы Менделеева, валентные электроны покидают свои атомы и становятся обобществленными, образуя электронный газ в металлах. Металлическая связь в решетке возникает между положительными ионами и электронным газом.

б) ***Ионные кристаллы*** (NaCl, LiF, окислы металлов, сульфиды, карбиды, селениды и др.) характеризуются ионной связью между правильно чередующимися в узлах кристаллической решетки положительными и отрицательными ионами. При высоких температурах обнаруживают значительную ионную проводимость.

в) ***Валентные атомные кристаллы*** (C, Ge, Te и др.) характерны для кристаллических решеток полупроводников многих органических твердых тел. Хи-

мическая связь – гомеополярная, обусловлена квантово-механическим взаимодействием. Основные свойства валентных кристаллов – высокие температуры плавления и теплоты сублимации, высокая механическая прочность (твердость), малая электропроводность в чистых образцах.

г) ***Молекулярные кристаллы*** (Ar, CH_4 , парафин, многие твердые органические соединения). Связь между молекулами определяется силами Ван-дер-Ваальса. Основные свойства – низкие точки плавления и кипения, плотная упаковка молекулярных кристаллов. Инертные газы, превращаясь в твердое тело, образуют плотно упакованную кубическую структуру.

д) ***Кристаллы с водородными связями*** (лед, HF и др.). В этих кристаллах атом водорода отдает свой электрон одному из атомов молекулы. Водородная связь осуществляется между белковыми молекулами и играет большую роль в процессе полимеризации.

Тепловое расширение твердых тел – увеличение линейных размеров и объема с увеличением температуры тел, характеризуемое относительным удлинением или относительным увеличением объема

$$\sigma_l = \frac{\Delta l}{l\Delta T},\ \text{K}^{-1};\quad \sigma_v = \frac{\Delta V}{V\Delta T},\ \text{K}^{-1},$$

происходящим при нагревании тела на один градус, так что длина и объем изменяются по законам:

$$l = l_0(1 + s_l\Delta T);\quad V = V_0(1 + s_V\Delta T).$$

Тепловое расширение твердого тела связано с увеличением амплитуды колебаний молекул тела.

Теплопроводность твердых тел состоит в передаче энергии в форме теплоты в неравномерно нагретом твердом теле. Явление теплопроводности возникает при наличии градиента температуры, для одномерного случая (передача тепла в стержне) описывается уравнением Фурье:

$$dQ = -K\frac{dT}{dx}dSdt,$$

где dQ – количество теплоты, переносимое за время dt через площадку dS в направлении нормали x к этой площадке, dT/dx – градиент температуры, K – коэффициент теплопроводности, численно равный количеству теплоты, переносимому через единицу поверхности за единицу времени, при градиенте температуры, равном единице.

Удельная теплоемкость твердых тел есть количество тепла, которое нужно затратить на повышение на один градус температуры 1 кг массы тела. Теплоемкость любого тела стремится к нулю при приближении к абсолютному нулю температуры.

Фазовые превращения твердых тел.

При нагревании твердого тела подводимая к нему энергия расходуется на увеличение запаса внутренней энергии кристалла (кинетической энергии тепловых колебаний и потенциальной энергии взаимодействия частиц). Сильное нагревание может привести к переходу вещества из кристаллической фазы в жидкую (***плавление***) или газообразную (***сублимацию, возгонка***), когда отталкивание молекул из-за увеличения амплитуды колебаний превышает силы их межмолекулярного взаимодействия.

Плавление начинается при определенной температуре, называемой температурой плавления. Процесс плавления происходит при постоянной для данного давления температуре.

Удельная теплота плавления – количество теплоты, которое необходимо подвести к единице массы твердого тела при постоянной температуре плавления.

При охлаждении жидкостей до некоторой температуры, называемой ***температурой кристаллизации*** (затвердевания) жидкости, начинается переход вещества из жидкого в твердое кристаллическое состояние (кристаллизация). Кристаллизация связана с выделением количества теплоты, равного теплоте плавления. Температура кристаллизации совпадает с температурой плавления.

Для начала кристаллизации необходимо, чтобы в жидкости имелись ***центры кристаллизации*** (посторонние примеси, пылинки, пузырьки газа, местные сгущения). В этих местах в первую очередь возникает правильное взаимное расположение частиц и начинается образование твердой фазы.

Если в жидкости отсутствуют центры кристаллизации и от нее достаточно медленно и равномерно отводится теплота, то жидкость может быть охлаждена до более низкой температуры, чем температура кристаллизации (***переохлажденная жидкость***). Это состояние жидкости является нестабильным и легко нарушается при небольшом воздействии, например при встряхивании.

Испарение твердых тел (сублимация), происходящее при любой температуре, сопровождается поглощением теплоты испарения, затрачиваемой на преодоление сил связи молекулы с остальным кристаллом.

Сорбция – поглощение вещества твердым телом или жидкостью, если поверхностью, то это адсорбция, если всем объемом, то это абсорбция. Адсорбируемое вещество называется ***адсорбатом***, тело, образующее поглощающую поверхность – ***адсорбентом***. Выделение ранее поглощенного вещества есть ***десорбция***.

Физической адсорбцией является адсорбция, при которой частицы адсорбата сохраняют свои индивидуальные свойства, при химической адсорбции (хемисорбции) молекулы адсорбата образуют химическое соединение с адсорбентом. Физическая адсорбция протекает быстро, химическая при низких температурах медленно, но с повышением температуры скорость растет. Процесс адсорбции сопровождается выделением тепла.

Упругие свойства твердых тел

Деформацией твердого тела называются изменения его размеров и объема, сопровождающиеся изменением формы тела. Деформации вызываются изменением температуры или внешними силовыми воздействиями. При деформации

происходит смещение частиц, находящихся в узлах кристаллической решетки. Этому препятствуют силы взаимодействия частиц, вследствие чего возникают внутренние упругие силы, уравновешивающие внешние силы.

Упругой называется деформация, которая исчезает после прекращения действия вызывающей ее силы. Неупругие деформации твердого тела, сопровождающиеся необратимой перестройкой его кристаллической решетки, называются пластическими.

Напряжением σ называется физическая величина, численно равная упругой силе $F_{упр}$, приходящейся на единицу площади S сечения тела:

$$\sigma = dF_{упр}/dS.$$

Напряжение называется ***нормальным***, если сила $F_{упр}$ нормальна (перпендикулярна плоскости) к поверхности dS, и ***касательным***, если сила касательна (параллельна) этой поверхности.

Мерой деформации является относительная деформация Dx/x, равная отношению абсолютной деформации Dx к первоначальному значению x, характеризующей размеры или форму тела.

Закон Гука. Напряжение σ при упругой деформации тела пропорционально относительной деформации:

$$\sigma = K\frac{\Delta x}{x},$$

где K – модуль упругости, численно равный напряжению, которое возникает при относительной деформации, равной единице.

Величина $a = 1/K$ есть коэффициент упругости. Закон Гука справедлив в определенных пределах деформаций. Напряжение, при котором нарушается пропорциональность между напряжением и деформацией, называется ***пределом пропорциональности***.

Одностороннее или продольное растяжение (сжатие) состоит в увеличении (уменьшении) длины тела под действием растягивающей (сжимающей) силы F. Мерой деформации является относительное удлинение (сжатие) $\Delta l/l$. В этом случае K обозначается E и называется модулем Юнга. Тогда по закону Гука удлинение составит:

$$\Delta l = \frac{Fl}{ES},$$

где l – первоначальная длина тела, Δl – изменение длины при нагрузке F, S – площадь поперечного сечения.

Относительное продольное растяжение (сжатие) образца сопровождается его относительным ***поперечным сужением*** (расширением) $\Delta d/d$, где d – поперечный размер образца.

Коэффициентом Пуассона m называется отношение относительного поперечного сужения (расширения) $\Delta d/d$ к относительному продольному удлинению (сжатию) $\Delta l/l$:

$$m = \frac{\Delta d}{d} : \frac{l}{\Delta l}.$$

По достижении предела пропорциональности удлинение возрастает быстрее, чем напряжение.

Пределом упругости называется максимальное напряжение, при котором еще не получаются остаточные деформации, остающиеся в теле после снятия напряжения.

Предел текучести характеризует состояние деформированного тела, после которого удлинение возрастает без увеличения действующей силы.

Пределом прочности называется напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, выдерживаемое телом перед разрушением.

Сдвигом называется деформация, при которой все плоские слои твердого тела, параллельные некоторой плоскости (плоскости сдвига), не искривляясь и не изменяясь в размерах, смещаются параллельно друг другу. Сдвиг происходит под действием силы F, приложенной касательно к грани, параллельной плоскости сдвига. Мерой деформации является угол сдвига (относительный сдвиг) n, выраженный в радианах.

Для малых деформаций $n = \text{tg}n = \Delta x/x$, где Δx – абсолютный сдвиг.

По закону Гука относительный сдвиг пропорционален касательному «скалывающему») напряжению:

$$\sigma_\tau = F/S = G_\nu,$$

где G – модуль сдвига, численно равный касательному напряжению, вызывающему относительный сдвиг, равный единице.

Удельная (на единицу объема) ***потенциальная энергия*** деформированного тела при сдвиге равна:

$$w\tau = \sigma_\tau^2/2G .$$

Кручением называется деформация образца с одним закрепленным концом под действием пары сил, плоскость которой перпендикулярна к оси образца. Момент этой пары называется крутильным моментом.

Кручение состоит в относительном повороте параллельных друг другу сечений, проведенных перпендикулярно к оси образца. Относительный угол кручения $n' = d\varphi/dz$, где φ – угол поворота, z – измеренное по оси образца расстояние от закрепленного конца.

Закон Гука для кручения:

$$n' = M_к / GJ_p ,$$

где $M_к$ – крутящий момент, G –модуль сдвига, J_p – полярный момент инерции.

Для кругового сечения радиуса R:

$$J_p = \pi R^4/2.$$

Момент, закручивающий на угол φ однородный круглый стержень, имеющий длину L и радиус R:

$$M_k = \frac{\pi G}{2} \cdot \frac{R^2}{L} \varphi.$$

Удельная (на единицу объема) потенциальная энергия деформированного круглого цилиндра:

$$w_к = M_к^2 r^2 / 2GJ_p^2,$$

где r – расстояние от оси цилиндра.

11.2.3. Твердые аморфные вещества

Аморфными называются вещества, не обладающие в конденсированном состоянии кристаллическим строением, но обладающие упругостью формы (модуль сдвига не равен нулю).

В аморфном состоянии могут находиться обычные стекла, сера, селен, глицерин и большинство высокомолекулярных соединений – полимеры, молекулы которых построены из большого числа повторяющихся групп атомов.

Аморфные вещества при определенных условиях ***стеклуются***, т.е. переходят от свойств и закономерностей жидкого состояния к свойствам и закономерностям твердого состояния.

Переход аморфного вещества из жидкого состояния в твердое при изменении температуры или давления называется ***структурным стеклованием***. При таком переходе меняются объем, теплосодержание, а также механические, электрические и другие свойства веществ. Аморфное вещество в твердом состоянии называется ***застеклованным веществом*** или ***стеклом***.

Размягчение – переход вещества из твердого состояния в жидкое при повышении температуры. Стеклование и размягчение совершаются в широкой температурной области – до нескольких десятков градусов. Однако условно переход характеризуют некоторой одной температурой стеклования или температурой размягчения, произвольно выбранной в интервале перехода.

При охлаждении аморфного вещества его свойства зависят только от температуры и скорости охлаждения. При нагревании твердого аморфного вещества его свойства зависят не только от скорости нагревания, но и от структуры, зафиксированной в образце, в свою очередь зависящую от скорости предварительного охлаждения.

При стекловании или размягчении коэффициенты теплового расширения и теплоемкость резко меняются.

В области стеклования резко меняются вязкоупругие свойства аморфных веществ, т.е. наличие одновременно и модуля сдвига, и коэффициента внутреннего трения (динамической вязкости), связанной с возникновением сил трения между двумя слоями газа или жидкости, перемещающимися параллельно друг другу с различными по величине скоростями.

11.2.4. Полимеры

Полимерами называются вещества, молекулы которых построены из большого числа повторяющихся групп – ***мономерных единиц*** (концевые группы несколько отличны от основных мономерных). Сложность молекулярного строения полимеров обусловливает многообразие надмолекулярных структур – от полностью аморфной до полностью кристаллической.

Число мономерных единиц в молекуле называют степенью полимеризации. Полимеры разделяются на линейные и трехмерные.

Линейные полимеры (полимерные цепи) построены из линейных молекул, т.е. таких, в которых каждая мономерная группа, за исключением концевых, соединена только с двумя соседними мономерными единицами. Строго линейных полимерных молекул практически не бывает, все они в той или иной степени разветвлены, т.е. в них встречаются мономерные единицы, к которым присоединены три или более соседних единиц (точки ветвления). В разветвленных молекулах выделяют основную цепь и боковые ветви.

Трехмерные полимеры построены из молекул, соединенных между собой поперечными связями.

Полимеры, молекулы которых состоят из мономерных единиц различной химической природы, называются ***сополимерами***.

Линейные полимеры растворимы и могут существовать в жидком состоянии. Трехмерные полимеры не плавки и нерастворимы, могут только набухать в растворителе, поглощая ограниченное число его и сохраняя в основном свойства твердого тела.

Ценность полимерных материалов для различных приложений определяется в первую очередь их необычайными механическими свойствами: способностью к большим деформациям и большой чувствительностью к изменениям температуры и частоты внешних воздействий.

Деформация полимеров представляет собой сложный процесс, который можно разделить на три составляющих:

- упругую деформацию, связанную с изменением межатомных и межмолекулярных расстояний;
- высокоэластичную деформацию, связанную с перемещением звеньев молекул без относительного перемещения молекул как целого, при этом происходит изменение формы молекул, например раскручивание;
- пластическую деформацию (течение), связанную с относительным перемещением молекул как целого.

Высокая эластичность присуща только полимерам. Для ее развития необходимо, чтобы молекулярные цепи были достаточно длинными. В отличие от упругой деформации, которая составляет не более нескольких процентов, при высокоэластичной деформации размеры тела меняются на сотни процентов. В отличие от пластической деформации высокоэластичная деформация обратима. Высокоэластичные материалы при деформациях практически не меняют своего объема (несжимаемость).

11.3. Жидкости

11.3.1. Основные понятия

Жидкость – агрегатное состояние вещества, промежуточное между твердым и газообразным состояниями. Жидкость, сохраняя отдельные черты как твердого тела, так и газа, обладает рядом особенностей, из которых наиболее характерная – текучесть. Подобно твердому телу, жидкость сохраняет свой объем, имеет свободную поверхность, обладает определенной прочностью на разрыв при всестороннем растяжении и т.д. С другой стороны, взятая в достаточном количестве жидкость принимает форму сосуда, в котором находится. Принципиальная возможность непрерывного перехода жидкости в газ также свидетельствует о близости жидкого и газообразного состояний.

По химическому составу различают однокомпонентные или чистые жидкости и двух или многокомпонентные жидкие смеси (растворы). По физической природе жидкости делятся на нормальные (обычные), жидкие кристаллы с сильно выраженной анизотропией (зависимостью свойств от направления) и квантовые жидкости (гелий-4 и гелий-3 и их смеси) со специфическими квантовыми свойствами при очень низких температурах.

Общим для всех нормальных жидкостей является их макроскопическая однородность и изотропность при отсутствии внешних воздействий. При нагревании свойства жидкостей – теплопроводность, вязкость, самодиффузия и пр. меняются в сторону сближения со свойствами газов. Вблизи температуры кристаллизации большинство свойств нормальных жидкостей – плотность, сжимаемость, теплоемкость, электропроводность и пр. близки к таким же свойствам соответствующих твердых тел.

Наличие в жидкостях сильного межмолекулярного взаимодействия обусловливает существование поверхностного натяжения жидкости на ее границе с любой другой средой, что заставляет ее принять такую форму, при которой ее поверхность минимальна. Небольшие объемы жидкости обычно имеют форму капли. В невесомости жидкость принимает форму шара. При соприкосновении с твердыми телами или другими несмешивающимися жидкостями возникают капиллярные явления.

Механические движения жидкости рассматриваются в гидродинамике.

Многочисленные макроскопические свойства жидкости изучаются и описываются методами различных разделов механики, физики и физической химии.

Свойства неньютоновских жидкостей (структурно-вязких) изучаются реологией.

Специфические особенности течения жидких металлов, связанные с их электропроводностью и легкой подверженностью влиянию магнитных полей, изучаются в магнитной гидродинамике.

11.3.2. Основные свойства жидкостей

Основное физическое свойство жидкости – ***текучесть*** – смещение жидкости в направлении действия силы. Жидкости отличаются сильным межмолекулярным взаимодействием и малой сжимаемостью вследствие больших сил межмолекулярного отталкивания. Коэффициент относительной сжимаемости для жидкостей лежит в пределах от $2 \cdot 10^{-6}$ атм$^{-1}$ до $2 \cdot 10^{-4}$ атм$^{-1}$.

В жидкостях наблюдается ближний порядок – упорядоченная взаимная ориентация соседних частиц жидкости внутри ее малых объемов. Для простых жидкостей, состоящих из сферически симметричных молекул, взаимодействие молекул носит в основном парный характер.

Молекулы жидкости совершают тепловые колебания около положений равновесия со средней частотой, близкой к частотам колебаний атомов в кристаллах, и амплитудой, определяемой объемом, предоставленным молекуле ее соседями. Расстояния между центрами молекул жидкости составляют порядка 10^{-10}м. Для воды – $3 \cdot 10^{-10}$м.

На поверхности раздела двух фаз (жидкость и ее насыщенный пар, две несмешивающихся жидкости, жидкость и твердое тело) в результате различного межмолекулярного взаимодействия существует сила, направленная внутрь одного из тел. На поверхности жидкость – пар эта сила направлена внутрь жидкости, результатом чего является поверхностное натяжение жидкости.

На границе соприкосновения трех фаз – жидкость, газ, твердое тело наблюдается смачивание жидкостью твердого тела. Свободная поверхность жидкости около твердой поверхности искривлена и называется ***мениском***. Линия, по которой мениск пересекается с твердым телом, называется ***периметром смачивания***. Явления смачивания характеризуются краевым углом п между смоченной поверхностью твердого тела и мениском в точках пересечения.

Испарение – процесс парообразования, происходящий со свободной поверхности жидкости. Испарение происходит при любой температуре и увеличивается при ее повышении. Испарение объясняется вылетом из поверхностного слоя жидкости молекул, обладающих наибольшей скоростью, и кинетической энергии, так что в результате испарения жидкость охлаждается.

Кипение – процесс интенсивного испарения жидкости по всему объему жидкости внутрь образующихся пузырьков пара. Температура, при которой давление ее насыщенного пара равно внешнему давлению, называется температурой, или ***точкой кипения***.

11.4. Газы

11.4.1. Основные понятия

Газ – агрегатное состояние вещества, в котором его частицы не связаны или весьма слабо связаны силами взаимодействия и движутся свободно, заполняя весь предоставленный им объем.

Вещества в газообразном состоянии широко распространены в природе. Газы образуют атмосферу Земли, в значительных количествах содержатся в твердых земных породах, растворены в воде океанов, морей и рек. Солнце, звезды, облака межзвездного вещества состоят из газов нейтральных или ионизированных (плазмы). Встречающиеся в природных условиях газы представляют собой, как правило, смеси химически чистых газов.

Газы обладают рядом характерных свойств. Они полностью заполняют сосуд, в котором находятся, и принимают его форму. В отличие от твердых тел и жидкостей, объем газов существенно зависит от давления и температуры. Коэффициент объемного расширения газов в обычных условиях от 0 до 100°C на два порядка выше, чем у жидкостей, и составляет в среднем 0,003663 1/град.

Любое вещество можно перевести в газообразное состояние надлежащим подбором давления и температуры. Газ, образующийся над твердым или жидким телом в результате возгонки (сублимации) вещества, называют паром.

В связи с тем, что область газового состояния вещества очень обширна, свойства газов при изменении температуры и давления могут меняться в широких пределах.

Так, в нормальных условиях (при 0°C и атмосферном давлении) плотность газа примерно в 1000 раз меньше плотности того же вещества в жидком и твердом состоянии.

При комнатной температуре, но давлении в 10^{17} раз меньшем атмосферного (предел, достигнутый вакуумной техникой) плотность газа составляет 10^{-17} кг/м^3. В космических условиях плотность газа может быть еще на 10 порядков ниже.

С другой стороны, вещество, которое при высоких давлениях и сверхкритических температурах можно считать газом, обладает огромной плотностью: в центре некоторых звезд плотность газа составляет 10^{12} кг/м^3 . В зависимости от условий и другие свойства газов – теплопроводность, вязкость и др. изменяются в широких пределах.

Газы в технике применяются главным образом в качестве топлива, сырья для химической промышленности, химических реагентов при сварке, химико-термической обработке металлов, создании инертной или специальной атмосферы, в некоторых биохимических процессах, а также в качестве теплоносителей, рабочего тела для выполнения механической работы (огнестрельное оружие, реактивные двигатели и снаряды, газовые турбины, парогазовые установки, пневмотранспорт и т.п.), физические среды для газового разряда (в газоразрядных трубках и приборах). В технике используется свыше 30 различных газов.

Как топливо применяют природные горючие газы и получаемые искусственно в виде основной (генераторный газ) или побочной (коксовый, доменный и т.п.) продукции. Основные потребители природного газа в черной металлургии – доменное и мартеновское производства. С использованием природного газа производится 60% цемента, стекла, керамики. В топливном балансе электростанций природный газ составляет 20%, применение газа на 1–4% повышает кпд и на 20% позволяет сократить обслуживающий персонал.

В природе газы встречаются не только в атмосфере, но и в земной коре – вулканические газы, биохимические газы, образующиеся при бактериальном разложении органических веществ (метан, этан и пр.), радиоактивные газы, являющиеся продуктом распада радиоактивных элементов. По химическому составу выделяются три основных группы – углеводородные, азотные и углекислые. Огромная масса горючих газов (углеводородных) находится в растворенном состоянии в подземных водах, а также в нефти.

11.4.2. Основные газовые законы

Основные законы идеальных газов

Идеальным газом называется газ, в котором отсутствуют силы межмолекулярного взаимодействия. Газы можно считать практически идеальными, если рассматриваются их состояния, далекие от областей фазовых превращений.

Закон Бойля-Мариотта (1662–1676). При неизменных температуре и массе произведение численных значений давления и объема постоянно:

$$PV = \text{const}.$$

Закон Гей-Люссака (1802). При постоянном давлении объем данной массы газа прямо пропорционален его абсолютной температуре:

$$V = V_0 \frac{T}{T_0},$$

где V_0 – объем газа при T_0 = 273,15°K.

Закон Шарля. При постоянном объеме давление данной массы газа прямо пропорционально его абсолютной температуре:

$$P = P_0 \frac{T}{T_0},$$

где P_0 – давление газа при T_0 = 273,15°K.

Закон Авогадро (1811). При одинаковых давлениях и одинаковых температурах в равных объемах различных идеальных газов содержится одинаковое число молекул, или, что то же самое, при одинаковых давлениях и одинаковых температурах грамм-молекулы различных идеальных газов занимают одинаковые объемы.

При нормальных условиях (t = 0°C и P = 101325 Н/м^2 = 1 атм = 760 мм. рт. ст.) грамм-молекулы всех идеальных газов имеют объем V_m = 22,414 л.

Число молекул, находящихся в 1 куб.см идеального газа при нормальных условиях равно $2{,}687 \cdot 10^{19}$ см$^{-3}$ (число Лошмидта).

Уравнение состояния идеального газа имеет вид:

$$PV_m = RT,$$

где P, V_m и T – давление, молярный объем и абсолютная температура газа, а R = 8310 Дж/кмоль·град. = 0,848 кг·м/моль·град. – универсальная газовая постоянная, численно равная работе, совершаемой одним молем идеального газа при изобарном нагревании на один градус.

Для произвольной массы M газа уравнение состояния (уравнение Менделеева-Клапейрона) имеет вид:

$$PV = \frac{M}{m} RT$$

или иначе:

$$PV = BT,$$

где $v = V/M$ – удельный объем газа, $B = R/m$ – удельная газовая постоянная, зависящая от молекулярного веса газа.

Число молекул, содержащихся в единице объема идеального газа, равно:

$$n_0 = \frac{P}{kT} = \frac{N}{V_m}, \text{ м}^{-3},$$

где $N = 6{,}023 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ – ***число Авогадро***, означающее число молекул в грамм-молекуле, $k = R/N = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$Дж/град – постоянная Больцмана.

Смесью газов называется совокупность нескольких разнородных газов, которые при рассматриваемых условиях не вступают друг с другом в химическую реакцию.

Весовой концентрацией газа, входящего в состав смеси, называется отношение его массы к массе смеси.

Молярной концентрацией газа называется отношение числа молей этого газа к числу молей всех газов смеси.

Парциальным давлением газа называется давление газа в смеси, если бы из смеси были удалены все остальные газы, а объем и температура сохранились бы прежними.

Закон Дальтона. Давление смеси идеальных газов равно сумме их парциальных давлений.

Парциальным объемом газа в смеси называется тот объем, который имел бы этот газ, если бы из смеси все остальные газы были удалены, а давление и температура сохранились прежними.

Удельное энергосодержание – кинетическая энергия всех молекул газа, содержащихся в единице объема, равное давлению газа:

$$w, [\text{Н/м}^2] = P, [\text{Дж/м}^3].$$

Для воздушной атмосферы во всех газодинамических расчетах принимается давление на уровне океана равным 1 атм. = 760 мм.рт.ст. = $1{,}0132510 \cdot 10^5$ Н/м^2 (при t = +20°С), что соответствует $1{,}0132510 \cdot 10^5$ Дж/м^2.

Полное энергосодержание газа, заключенного в объеме V, равно:

$$W = PV, \text{ Дж}.$$

11.5. Плазма

11.5.1. Основные понятия

Термин «плазма» был введен в 1923 г. американскими физиками И.Ленгмюром и Л.Тонксом, проводившими зондовые измерения параметров низкотемпературной газоразрядной плазмы. Кинетика плазмы рассматривалась в работах Л.Ландау (1936 и 1946), А.Власова (1938). В 1942 г. Х.Альфен предложил уравнения магнитной гидродинамики для объяснения ряда явлений в космосе. В 1950 г. И.Е.Тамм и А.Д.Сахаров предложили идею магнитной термоизоляции плазмы. В 50–70-е годы XX в. изучение плазмы стимулировалось различными практическими применениями плазмы, развитием астрофизики и космофизики, а также физики верхней атмосферы Земли в связи с полетами космических летательных аппаратов.

Плазмой называется частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы. При достаточно сильном нагревании любое вещество испаряется, превращаясь в газ. Если увеличить температуру и дальше, то резко усилится процесс термической ионизации, т.е. молекулы газа начнут распадаться на составляющие их атомы, которые затем превращаются в ионы – электрически заряженные частицы. Ионизация газа, кроме того, может быть вызвана его взаимодействием с электромагнитным излучением (фотоионизация) или бомбардировкой газа заряженными частицами.

В состоянии плазмы находится подавляющая часть вещества Вселенной – звезды, звездные атмосферы, галактические туманности и межзвездная среда.

Около Земли плазма существует в виде солнечного ветра, заполняет магнитосферу Земли, образуя радиационные пояса Земли, и ионосферу. Процессами в околоземной плазме обусловлены магнитные бури и полярные сияния. Отражением радиоволн от ионосферной плазмы обеспечивается возможность дальней радиосвязи на Земле.

В лабораторных условиях и промышленных применениях плазму образуют в электрическом разряде в газах (дуговом разряде, искровом разряде, тлеющем разряде и т.п.), в процессах горения и взрыва и пр.

Возможные значения плотности плазмы (число электронов или ионов в 1 куб.см.) расположены в очень широком диапазоне от 10^{-6} в межгалактическом пространстве, 10 – в солнечном ветре и до 10^{22} –в твердом теле.

Свободные заряженные частицы – особенно электроны – легко перемещаются под действием электрического поля. В состоянии равновесия пространственные заряды входящих в состав плазмы отрицательных электронов и положительных ионов должны компенсировать поле внутри плазмы.

Плазма называется ***идеальной***, если потенциальная энергия взаимодействия частиц мала по сравнению с их тепловой энергией. В противном случае плазма является или слабо неидеальной, или неидеальной.

Помимо хаотического теплового движения частицы плазмы могут участвовать в упорядоченных «коллективных процессах», из которых наиболее характерны продольные колебания пространственных зарядов, называемые ленгмюровскими волнами. Колебания и неустойчивости плазмы обусловлены дальностью кулоновского взаимодействия частиц, благодаря чему плазму можно рассматривать как упругую среду, в которой легко возбуждаются различные шумы, колебания и волны.

В резком отличии свойств плазмы от свойств нейтральных газов определяющую роль играют два фактора. Во-первых, взаимодействие частиц плазмы между собой характеризуется кулоновскими силами притяжения и отталкивания, убывающими с расстоянием гораздо медленнее, чем силы взаимодействия нейтральных частиц. По этой причине взаимодействие частиц в плазме является не парным, а коллективным: одновременно взаимодействует друг с другом большое число частиц. Во-вторых, электрические и магнитные поля очень сильно действуют на плазму в отличие от нейтральных газов.

11.5.2. Основные свойства плазмы

Степенью ионизации плазмы называется отношение числа ионизированных атомов к полному их числу в единице объема плазмы. В зависимости от этой величины говорят о слабо, сильно или полностью ионизированной плазме.

Средние значения энергий различных типов частиц, составляющих плазму, могут отличаться друг от друга. В таком случае различают электронную температуру, ионную температуру и температуру нейтральных атомов. Подобная плазма называется неизотермической; плазма, для которой температуры всех компонентов равны, называется изотермической.

Плазма обладает свойствами диамагнетизма, поскольку создаваемые внутри нее внешними полями круговые токи стремятся ослабить эти внешние поля.

Спектр излучения плазмы состоит из отдельных спектральных линий. В газосветных трубках наряду с ионизацией происходит и обратный процесс рекомбинации ионов и электронов, дающий так называемое рекомбинационное излучение со спектром в виде широких полос.

Для высокотемпературной плазмы характерно тормозное излучение с непрерывным спектром, возникающее при столкновениях электронов с ионами.

Корпускулярным излучением плазмы называют быстрые частицы, вылетающие из неравновесной плазмы в результате развития некоторых видов неустойчивости, что имеет место в атмосфере Солнца и в туманностях, образуемых при вспышках сверхновых звезд.

В плазме без магнитного поля возможны волны трех типов – продольные (ленгмюровские), продольные звуковые и поперечные электромагнитные.

Высокотемпературная плазма из дейтерия и трития используется в устройствах управляемого термоядерного синтеза (УТС) – токамаках.

Низкотемпературная плазма находит применение в газоразрядных источниках света и в газовых лазерах, в термоэлектронных преобразователях тепловой энергии в электрическую, в магнитогидродинамических генераторах. В последних струя плазмы тормозится в канале с поперечным магнитным полем, что приводит к появлению между боковыми электродами электрического поля напряженностью $E = Bv/c$, где v – скорость потока плазмы.

Если «обратить» МГД-генератор, пропуская через плазму в магнитном поле ток из внешнего источника, образуется плазменный двигатель, весьма перспективный для длительных космических полетов.

Плазматроны, создающие струи плотной низкотемпературной плазмы, широко применяются в различных областях техники. С их помощью режут и сваривают металлы, наносят покрытия. В плазмохимии низкотемпературную плазму используют для получения некоторых соединений. Высокие температуры плазмы позволяют получить высокие скорости химических реакций.

11.6. Некоторые недостатки современных представлений о веществе

Несмотря на то что физической наукой и производством исследованы тысячи твердых, жидких и газообразных веществ, нет оснований полагать, что науке все о них известно и что она может создавать нужные вещества с заранее заданными свойствами. И виною этому является прежде всего непонимание внутренней структуры веществ, непонимание физической природы межмолекулярных сил.

Известно, что совсем небольшие примеси могут существеннейшим образом изменить многие свойства материалов – их прочность, температуры фазовых переходов, электро- и теплопроводность и т.п. Однако теория этих изменений все еще находится далеко не в удовлетворительном состоянии.

Известно, что одно и то же вещество, особенно такое, как обычная вода, может иметь разброс свойств в широчайшем диапазоне, что обусловлено различиями в ее структуре. Но чем обусловлено возникновение тех или иных структур и каковы сами эти структуры практически не известно ничего.

Под воздействием электрических и магнитных полей разные вещества ведут себя по-разному. Свойства веществ, подвергнутых обработке сильным магнитным полем при их затвердевании из расплава, существенным образом отличаются от свойств тех же веществ, не подвергнутых магнитной обработке. В последнее время нечто подобное наблюдается с веществами, побывавшими в недавно построенных пирамидах: они меняют свои прочностные свойства в несколько раз безо всякой видимой причины.

Практически ничего не известно, почему вообще свойства материалов именно такие, каковы они у них есть. Например, существует всего семь элементов – ферромагнетиков – железо, кобальт, никель и четыре редкоземельных. Существует объяснение, что эти свойства они получили благодаря тому, что магнитные моменты их атомов могут суммироваться. Но это не более чем гипотеза, не объясняющая, почему этого не происходит у других элементов, даже находящихся рядом в таблице Менделеева.

Если химические свойства веществ более или менее исследованы, рассчитаны энергии взаимодействий атомов в молекулах, то ван-дер-ваальсовы силы молекулярных взаимодействий в лучшем случае описаны поверхностно, а их реальный механизм практически не раскрыт, хотя и выдвинут ряд гипотез об их природе.

В исследовании веществ, как и в других областях науки, остается еще немало проблем, ждущих своих энтузиастов.

Литература к главе 11.

1. Вавилов С.И. Развитие идеи вещества. Собр. соч. М., изд-во АН СССР, 1956, т. 3, с. 41–62.
2. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение, 4 -е изд. М., Металлургия, 1975, 448 с..
3. Структуры и формы материи. Сб. ст. М., 1967.
4. Физические величины. Справочник под ред И.С.Григорьева и Е.З.Мейлихова. М., Энергоатомиздат, 232 с.

Глава 12. ХИМИЯ

«Едва ли существует какая-нибудь потребность ремесел, промышленности, физиологии, которой до сих пор не удовлетворила бы химия».

Юлиус Либих. Письма о химии

12.1. Краткая история становления химии

12.1.1. Алхимия - прародительница химии

По современным понятиям ***химия*** – это наука, изучающая состав, внутреннее строение и превращение веществ, механизмы этих превращений, новые вещества, образующиеся в результате этих превращений, и энергию, освобождающуюся или поглощаемую при этом.

Близкое к этому определению дал еще Д.И.Менделеев в своей книге «Основы химии». Однако прежде чем стать такой наукой, химия прошла несколько этапов – алхимию до XVI в. , иатрохимию, или медицинскую химию от XVI до XVIII в. и флогистонную химию от начала до конца XVIII в.

Разные источники по-разному трактуют происхождение алхимии, но большинство сходится в том, что родина алхимии – Древний Египет, который своим названием, под которым его знали в древности – «Хема», дал наименование этой науке – «аль хема».

Исследователи истории алхимии, в том числе знаменитый французский химик Пьер Эжен Марселен Бертло, посвятивший алхимии, ее истории и основным положениям три тома из тридцати им написанных, написавший в 1855 г. труд «Происхождение алхимии», а в 1887–1893 гг. опубликовавший собрание древнегреческих, западноевропейских, сирийских и арабских алхимических рукописей, признавали тесную связь алхимии с магией, искусством мидянских жрецов-магов (могучих) производить чудесные явления на основе знания тайн и законов природы.

Начала алхимии связывают с легендарной личностью – Гермесом Трисмегистом («Триждывеличайшим»), почему искусство делать золото называлось герметическим. Учение Гермеса, изложенное им в 42 герметических (тайных) книгах, представляет собой сочетание египетского многобожия, иудейско-христианского монотеизма и греческого философского идеализма. В этих книгах содержится так называемая «Изумрудная таблица», в которой в аллегорической форме приведено описание философского камня.

В честь Гермеса в Египте во времена римского владычества воздвигали колонны с иероглифами, в которых заключались алхимические рецепты. В Египте в тайны алхимии могли быть посвящены только сыновья жрецов и фараонов. По мере того как укреплялось мнение, что Египет своими богатствами в значительной мере обязан алхимии, значение этого искусства все возрастало.

Кроме Египта алхимия процветала еще у древних вавилонян и халдеев. У вавилонян зародились первые представления о связи между планетами и известными в древности металлами, и последние стали обозначаться знаками небесных светил: золото – Солнцем, серебро – Луной, медь – Венерой, железо – Марсом, олово – Меркурием, свинец – Сатурном. От этих народов алхимия перешла к персам, далее – к индусам и китайцам.

В 326–323 гг. до н.э. Александр Македонский завоевал весь древний мир, что способствовало распространению греческой цивилизации, и греческая культура, встретившись с египетской, по-видимому, не без влияния иудейских философов, слилась в единое стройное целое. В это время иудейское влияние на алхимию было велико. М.Бертло указывает на нередко приводившиеся описания употреблявшихся у иудейских алхимиков приборов, а также на тексты рецептов Моисея, согласно которым осуществлялось удвоение веса золота с помощью превращения в него неблагородных металлов. Из сочинения Плиния Старшего и гностиков (I в.) следует, что в Риме превращаемость меди и ее руд в серебро, а затем в золото считалось фактом.

Древние считали вечными и постоянными элементами всего сущего четыре «корня»-стихии – землю, воду, воздух и огонь. Наиболее подробно эту точку зрения разработал Эмпедокл в V в. до нашей эры, по его мнению все вещества без исключения состоят из частиц этих стихий, все создается из них путем их соединения и разрушается посредством их разъединения или разложения. Происхождения и уничтожения нет и быть не может, есть лишь сложение и разложение этих элементов. Эмпедокл даже называет эти стихии богами: Зевс – эфир, воздух, Настис – вода, Гера – земля, Андоней – огонь.

Алхимия отвергла эти положения и считала, что все вещества состоят из философской серы, ртути и философской соли, что именно они являются основными элементами всякого вещества.

Алхимия – наука о всеобщем превращении веществ и элементов и, в частности, о превращении неблагородных металлов в благородные – золото и серебро, прародительница современной химии возникла в глубокой древности. Основной целью алхимии было нахождение философского камня, т.е. субстанции, способной превращать неблагородные металлы в серебро и золото, а также являющейся панацеей от всех болезней.

Основная идея алхимиков – существование единой первичной материи, из которой состоит все. Это обстоятельство создает основу для всеобщей трансмутации веществ и элементов. Дополнительно к этому Р.Бэкон выдвинул идею о качественно различных элементах, комбинации которых образуют конкретные вещи.

Алхимики вполне представляли, что переход одних элементов в другие может происходить только в присутствии определенного катализатора, который сам не входит в реакцию, но способствует ее проведению. Этим катализатором и являлся «философский камень». Расход философского камня связывался с чисто механическими трудностями его сохранения во время реакций. При этом алхимики не делали принципиальных различий между тем, что мы называем сейчас «химическими» и «ядерными» реакциями. Поздние исследователи алхимии считают, что именно в этом содержится основная ошибка алхимиков, которые

путали простые элементы со сложными и полагали, что любой металл – это сплав других металлов. Но так полагали алхимики XV и более поздних веков, а не основатели этой науки.

Реакции, в которых алхимики получали как философский камень, так и с его помощью благородные металлы, отличались применением разнообразных веществ, солей, кислот, квасцов, купоросов, буры, крепчайшего уксуса, то есть, в общем-то, обычных химических веществ, но, как правило, производились с предварительным многодневным выстаиванием на ярком свету, выполнялись при высоких температурах и обязательно в герметичных сосудах. Следует отметить, что сам термин «герметизация» произошел от имени Гермеса, который дал алхимии начало.

В подготовительных реакциях тоже не было ничего необычного. Использовались такие приемы, как обжигание, возгонка, декантация (сцеживание), растворение, перегонка, кристаллизация, фиксация (отвердевание). Но реакции шли долго, от нескольких часов до недель. Во время других, видимо, главных реакций, имел место «бой, превосходящий все, что только можно вообразить». Когда реакция закончена, «...и мир возродится от победы одного из двух», надо положить в какой-то продукт какой-то соли, которая в действительности «совсем несоленая», и тогда «бой делается во сто крат ожесточеннее».

Как известно, для получения золота алхимикам был необходим «философский камень». Вообще-то это был и не камень вовсе, а порошок или жидкость. По Р.Бэкону, одного грамма философского камня было достаточно для превращения 1000 кг дешевых металлов в золото (другие ограничивались трансмутацией в стократных размерах).

Философских камней было два: главный – «красный лев», «красный камень мудрости», «великий эликсир», «красная тинктура», «магистериум», «панацея», «жизненный эликсир»,– служил катализатором в реакциях, связанных с изготовлением золота; второстепенный – «белый лев», «белая тинктура», «малый магистериум» – предназначался лишь для превращения металлов в серебро. При этом основными металлами для получения золота являлись ртуть и медь, а для серебра – свинец. Широко использовались также сера и мышьяк.

Философский камень служил и универсальным лекарством: раствор его, так называемый золотой напиток, должен был исцелять все болезни, омолаживать старое тело, делая жизнь более продолжительной. Утверждали, будто адепты, употребляя напиток, могут прожить до 400 и более лет. Понятно, что такое чудесное свойство философского камня должно было привлекать всеобщее внимание, и овладение его многими привело бы его к обесцениванию. Поэтому тайна получения камня тщательно оберегалась от случайных лиц. Тем же, кто твердо решил стать алхимиком, приходилось пройти сквозь многие тернии.

Погружаясь в алхимию, неофит прежде всего должен был заучивать все символы и разгадывать странные ребусы для того, чтобы добраться до крупиц реального знания. Даже одежда алхимиков и обстановка их лабораторий имели особо таинственный вид. Неудивительно, что одни разочаровывались в этой премудрости, а другие, потратив на ее изучение половину жизни, или обращались в шарлатанов, или, как маньяки, верили алхимии во всем.

И все же, по-видимому, философский камень существовал, по крайней мере, тому есть исторические свидетельства. Да и вряд ли могла бы существовать более двух тысяч лет наука, построенная на чистом вымысле. Конечно, во всякой науке и во всякие времена находились люди, для которых принадлежность к науке являлась источником дохода. Такие люди не останавливались и перед прямым обманом. Однако никакой обман не может существовать долго, если не находятся другие люди, труды которых реально оправдывают избранное направление.

Поскольку алхимия, так же как и магия, были непонятны непосвященным, и в то же время обещали и обогащение, и вечную молодость, и даже полное счастье, правда, путем слияния с «мировым духом», то иначе как вмешательством дьявола это объяснить, разумеется, было никак нельзя. Поэтому и маги, и алхимики, а заодно и другие ученые всячески притеснялись, а занятие алхимией на протяжении многих столетий строго каралось.

Так, по римскому праву считалось преступлением, караемым ссылкой и смертной казнью, не только изучение алхимии и магии, но даже простое знакомство с ними.

Преследовалось вообще все, что имело отношение к изучению природы и точных наук – все это подводилось под понятие магии. История сохранила немало примеров тяжких наказаний, выпавших на долю ученых. Так, при Тиберии (14–37 гг. н.э.) особым декретом из Италии были изгнаны маги и математики, и один из последних – Питаний был казнен. Подобные узаконения, естественно, имели следствием секретное изучение алхимии, что еще более окружало ее ореолом таинственности.

Греческая алхимия процветала преимущественно в Александрии в III и IV столетиях н.э., когда там преобладало греко-македонское население. Она преподавалась в Александрийском университете, основанном еще Птолемеем I и называвшимся Мусеумом, а химические изыскания производились в главном центре медицинских и естественных наук – в храме Сераписа, при котором существовали всевозможные лаборатории. Но дни этих учреждений были сочтены: по приказу греческого императора Феодосия (379–395 гг.) храм Сераписа был разрушен, а в 391 г. погибла знаменитая Александрийская библиотека, разгромленная христианскими фанатиками. Деятельность Мусеума, однако, продолжалась еще некоторое время, библиотека была отчасти восстановлена, читались лекции вплоть до окончательного разгрома Мусеума в 415 году, когда по наущению патриарха Кирилла христианская чернь разрушила Мусеум и зверски убила философа и математика Гипатию (370–415 гг.), славившуюся своими лекциями и красотой.

В IV в. н.э. писатель, выступающий под именем Демокрита, своим сочинением «Физика и мистика» положил начало длинному ряду чисто алхимических сочинений. Такие труды появлялись под именами известных философов Платона, Пифагора и других, с тем чтобы обратить на себя внимание.

В IV столетии знамениты были алхимики Зосима, Синезий, Олимпиодор. Зосима написал 28 книг по алхимии, но сохранились лишь жалкие остатки. Судьба алхимии еще раз показывает, что человечество не только накапливает знания. Параллельно с накоплением идет противоположный процесс растрачивания знаний, забывание и искажение с трудом добытых, но недостаточно освоенных знаний.

Греки были учителями арабов, которые с любовью взрастили алхимию и дали ей современное название и тот вид, который она сохранила впоследствии. Особое значение имеют труды Абу-Музы-Джафар аль Софи, называемого обыкновенно Гебером.

Гебер жил в Севилье в конце VIII – начале IX в. и, вероятно, был греком, обращенным в ислам. Из его работ следует, что в основу алхимии была положена гипотеза о сложности металлов, которые считались телами меняющейся природы. Согласно Геберу все металлы состоят из меркурия (ртути) и серы, а потому к ним можно придать то, чего в них недостает, и отнять то, что находится в избытке, тем самым проводя превращения металлов из одних в другие.

В средние века алхимические сведения попали в Рим и Византию через египетские тексты и через арабов. К этому времени алхимические сведения стали убывать благодаря неоднократному систематическому уничтожению «священных» рукописей и книг, в которых эти сведения содержались.

Среди известных алхимиков часто встречаются философы, богословы, врачи, монахи. Так, алхимиками были знаменитые схоласты Альберт Великий и Роджер Бэкон, выдающийся врач конца XIII – начала XIV вв. Арнольдо де Вилланов – автор около 20 работ по алхимии. Раймонд Луллус (1235–1315) – поэт, философ и миссионер, которому ошибочно приписывают авторство около 500 работ по алхимии.

Из алхимиков средневековья особенно знаменит Роджер Бэкон (1214–1294). Открыто проповедываемые им идеи о единстве веществ и возможности трансмутации – взаимопревращения – элементов, а также лабораторные занятия с этой целью создали ему славу действительного адепта, то есть человека, владевшего секретом «философского камня» и умевшего с его помощью производить трансмутацию. Современные исследователи жизни и творчества Р.Бэкона видят противоречие в том, что Бэкон, который был сторонником строгих обдуманных опытных исследований, являющийся, по всеобщему признанию, отцом экспериментальных исследований, имел непоколебимое убеждение в силе философского камня, который, по его мнению, мог не только превращать неблагородные металлы в благородные, но и продлевать человеческую жизнь.

Возможно, что монахи были уверены в открытии Бэконом секрета трансмутации металлов и продления жизни и, желая им воспользоваться, заключили Бэкона в тюрьму. В средневековье вообще практиковались аресты и пытки алхимиков с целью выведать влекущую всех тайну. В тюрьме по требованию папы римского Бэкон написал несколько сочинений. Между ними весьма важны «Зерцало алхимии» и «Тайные действия природы и искусства и ничтожество магии» – самые стройные из дошедших до нас сочинений, влияние которых замечается во всех последующих алхимических работах.

После Роджера Бэкона в Европе многие занимались алхимией. Расцветом ее считается XIII век. Разносторонние ученые Альберт Магнус Великий, Арнольд Виллановаyc, Раймонд Лулл – вот целая плеяда знаменитых ученых, опиравшихся на знания более ранних, в частности, на работы арабского ученого X века Джафара (Гербера), посвятили все свои силы поставленной проблеме, одобренной таким авторитетом, как Фома Аквинский.

Раймонд Лулл – философ, писатель, автор 300 сочинений, разработчик первой логической машины – при жизни пользовался репутацией искуснейшего алхимика, достигшего при ее помощи всего, что она может дать. Увлекшись миссионерством, он погиб в Северной Африке в 80-летнем возрасте. Лулл утверждал, что с помощью философского камня можно превратить любое количество ртути в золото.

«Возьми кусочек этого драгоценного медикамента величиной с боб. Брось его на тысячу унций ртути – последняя превратится в красный порошок. Прибавь унцию этого порошка к тысяче унций ртути – и она также превратится в красный порошок. Если из этого порошка взять одну унцию и бросить на тысячу унций ртути – все превратится в медикамент. Брось унцию этого медикамента на новую тысячу унций ртути – и она превратится в золото, которое лучше рудничного» (более чистый изотопный состав, меньше примесей? – В.А.).

«Заметь очень хорошо,– писал Лулл,– материал камня философов дешев. Его находят повсюду».

Главой алхимиков XV в. был монах– бенедиктинец Василий Валентин, который был в то же время последним ученым чисто алхимического направления. Уже Парацельса (1493–1541) нельзя считать типическим алхимиком, так как он утверждал, что истинная цель науки делать лекарства, а не отыскивать способы делать золото.

В это время алхимики встречали широкую поддержку среди королей и других влиятельных особ, всегда крайне нуждавшихся в золоте. В XV, XVI и XVII столетиях многие коронованные особы сами занимались алхимией, например, английские короли, а в особенности, Георг VI, в правление которого, благодаря стараниям многочисленных делателей золота, страна была наводнена фальшивым золотом и фальшивой монетой. Металл, игравший роль золота в этом случае, возможно, был медной амальгамой. Подобным же образом около этого времени действовал и Карл VII во Франции в сообществе с известным Жаком ле Каром.

Даже женщины, как, например, императрица Варвара, вдова императора Сигизмунда, стоят в списках адептов. Император Рудольф II (1576–1612) был меценатом странствующих алхимиков, и его резиденция представляла центральный пункт алхимической науки того времени. Любимцы императора называли его германским Гермесом Трисмегистом, и его пример нашел подражание при соседнем саксонском дворе. Курфюрст Август Саксонский и его супруга Анна Датская производили опыты – он сам в своем дрезденском «Золотом дворце», а супруга – в роскошно устроенной лаборатории на своей даче в Аннабурге. Дрезден долго оставался столицей государств, покровительствующих алхимии, которая в особенности служила предметом ревностного изучения в то время, когда соперничество за польскую корону требовало значительного расхода денежных средств.

К сожалению, в алхимии подвизалось немало жуликов, и именно эту, ненастоящую, алхимию – алхимию шарлатанов и мошенников мы и знаем.

С XVII в. в рядах алхимиков наблюдается раскол: от ученых, еще не вполне расставшихся с несбыточными алхимическими мечтаниями, отделяется многочисленная группа странствующих авантюристов, жертвой обмана которых становилось знать, влиятельные князья, короли. Многие коронованные особы под их влиянием ревностно занимались алхимией.

Алхимия просуществовала до 1819 г., когда распалось последнее «Герметическое общество» алхимиков, основанное в Вестфалии в 1790 г. Но и позже, в 1837 году один тюрингский алхимик представил Веймарскому промышленному обществу тинктуру, способную якобы обращать металлы.

На этом фактически окончились многострадальные и бесплодные попытки алхимиков делать золото.

Впрочем, бесплодных ли? Могло ли долго просуществовать учение, если бы оно время от времени не подкреплялось вполне конкретными достижениями?

Идеологически конец алхимии положил А.Лавуазье, показавший, что химическими реакциями невозможно преобразовать одни элементы в другие. С выяснением понятия о простых телах и элементах вопрос о превращаемости металлов с помощью философского камня был окончательно сдан в архив.

Окончательно ли?

12.1.2. Иатрохимия – химия медицины

Истинные ученые алхимики подготовили своими трудами научную основу для превращения алхимии в точную науку – химию.

Уже Роджер Бэкон отступил от схоластической рутины, при которой знания получались не опытами, как этого требовал Аристотель, а спорами и доводами, основанными на искаженных переводах работ известных греческих философов. Бэкон посвятил себя изучению древних языков и опытным исследованиям. Получив в 1250 г. в Париже степень доктора философии, он вернулся в Оксфорд и вступил во францисканский орден. Для нас представляет интерес его сочинение «Opus Tertium», в первой части которого говорится о причинах ошибок, которыми являются авторитет, привычка, мнения необразованного большинства и смешение полного невежества с кажущимися знаниями или претензией на знание. Последнее заблуждение самое опасное и является, в некотором отношении, причиной других заблуждений. Эта работа была предшественницей более известной теории об идеалах Френсиса Бэкона (1561–1626) – английского философа, родоначальника английского материализма.

В четвертой части того же сочинения говорится о двух методах исследований: один – путем доводов, другой – опытами. Чистые доводы никогда не бывают достаточны, они могут решить вопрос, но не дают уверенности уму, который убеждается только немедленной проверкой и исследованием факта, а это достигается только опытом. Опытные науки, говорит Роджер Бэкон, имеют три преимущества перед другими науками: они проверяют свои заключения прямым опытом; они открывают истины, до которых никогда не могли бы дойти; они доискиваются тайн природы и знакомят с прошедшим и будущим.

Эти работы способствовали переходу истинных ученых – алхимиков к опыту, накоплению фактов, в процессе которых был открыт ряд веществ и методов, использованных впоследствии химией.

Василий Валентино (Валентинус Базилиус) – знаменитейший алхимик XV столетия, монах – бенедиктинец, в своих сочинениях обнаруживает необыкновенно

глубокие познания, в них виден замечательный исследователь-экспериментатор. С другой стороны, там, где дело касается теории, это страстный мечтатель и фантазер, связывающий алхимию с вопросами чисто религиозного характера и считающий, что отыскать философский камень может только глубоко благочестивый и религиозный человек. Жизнь человека он считает процессом, тождественным превращению неблагородных металлов в золото. Вываривание и очищение металлов он соотносит с могилой, где гниение освобождает человека от неблагородных составных частей.

Химические знания Валентино были необыкновенно велики: он тщательно изучил мышьяк и некоторые его соединения; он впервые определенно говорит о висмуте и называет цинк; он первый получил весьма чистую ртуть, свинцовый сахар, гремучее золото, железный купорос и другие соединения. Найдя возможность очищать золото от неблагородных примесей, сплавляя его с сурьмой, а с другой стороны, зная, что многие болезни излечиваются препаратами сурьмы, он выводит заключение о том, что все, что может облагородить металл, может облагородить и организм, т.е. излечить его от болезни.

Изучая обыкновенный спирт, Валентино наблюдал образование эфиров под действием на него кислот. Освоив лучше своих предшественников методы химического анализа, он указал, что многие неблагородные металлы содержат примеси серебра и золота, что часто является причиной заблуждения алхимиков. Это указание сыграло огромную роль в развитии скептического отношения к «превращению металлов».

Наиболее крупным открытием Валентино следует считать открытие соляной кислоты – вещества, имеющего первостепенное значение и в науке, и в практике. Особенно обширны его исследования сурьмы и ее препаратов – эти исследования составляют первый шаг по тому пути, который в истории химии носит название «иатрохимии (от слова «иатро» – врач), или периода медицинской химии».

Работы Валентино подготовили переход алхимии к иатрохимии и затем к химии.

Следующий после алхимии этап – ***иатрохимия*** – течение в медицине, возникшее в XVI в. под влиянием воззрений алхимиков, считавших философский камень универсальным и могущественнейшим лечебным средством, и открытых ими многих химических препаратах, оказывающих лечебное действие на организм.

Собственно, первым основателем иатрохимии был Парацельс, который родился в 1493 г. в Швейцарии. В связи с алхимической теорией о составе металлов из философской серы и ртути он считал оба этих вещества вместе с философской солью основными элементами всякого организма.

Сера, ртуть и соль, по мнению Парацельса, не вполне сходны с веществами, которые под этими именами встречаются в природе. Это лишь символы, характеризующие отношение различных веществ к огню. Сера означает понятие о горючести и изменяемости вообще. Ртуть выражает способность вещества улетучиваться без изменения от нагревания. Соль – символ устойчивости, не разрушаемости от огня.

Всякое изменение во взаимоотношении этих элементов приводит к болезни. Избыток серы вызывает лихорадку и чуму, ртути – параличи и уныние, соли –

водянку и понос. Задача врача состоит в том, чтобы выяснить эти отношения и восстановить нормальное сочетание этих трех элементов. Для этого он должен пользоваться химическими лечебными средствами, изучение химического состава которых и составляет задачу иатрохимии.

Именно Парацельс впервые высказал мысль о том, что все процессы, совершающиеся в организмах людей и животных, суть сложные химические превращения, а следовательно, основной целью химии должно быть приготовление лекарств. «Это волшебные стрелы, поражающие болезнь»– писал он. По его мнению, для приготовления лекарств нужно широко пользоваться не только органическими веществами, но и различными соединениями металлов. Поэтому он изучал многие неорганические соединения и, в частности, научно доказал, что квасцы являются замечательным веществом с удивительными свойствами. Он и его последователи-иатрохимики провели многочисленные исследования свойств органических и неорганических веществ.

12.1.3. Флогистонная химия

С начала XVIII в. в химии господствует флогистонная теория, разработанная немецким химиком Шталем (1660–1730). Согласно этой теории все материалы при горении выделяют единое вещество – флогистон, после горения и выделения флогистона остаются другие составные части материала: после горения фосфора и серы – кислоты, металлов – «известки», угля, состоящего почти полностью из флогистона – зола. При нагревании кислот и «известки» в присутствии угля, флогистон из угля переходит в кислоты и «известку» и вновь получаются исходные тела – сера, фосфор и металлы.

Сторонники теории флогистона вели борьбу с алхимией. Итогом этой борьбы было опровержение алхимических доктрин, показ невозможности на их основе объяснить протекание разнообразных химических процессов. Сторонники алхимии защищали свое учение с помощью религиозных, мистических, каббалистических и магических воззрений. Сторонники теории флогистона противопоставляли им эксперимент.

Иатрохимия, в силу ограниченности своих целей, не смогла вытеснить алхимию. Эту задачу, по словам Энгельса, выполнила флогистонная химия.

Второй важной заслугой флогистонной химии является то, что сторонники теории флогистона в своем споре с алхимиками возвысили эксперимент, разум и критическое осмысление наблюдений до положения высших судей, которые должны решать, правильна или ошибочна данная теория. Но, в сущности, именно это положило конец теории флогистона.

Во время господства этой теории основной целью химии стало выделение флогистона и определение его физических и химических свойств. Таким веществом, правда, короткое время считался открытый Кавендишем в 1766 г. водород, который обладал почти всеми химическими свойствами флогистона. Интересно, что открытие Дж.Пристли в 1724 г. кислорода дало существенную поддержку теории флогистона, так как интенсивное горение в кислороде разных материалов легко

объяснялось тем, что кислород совершенно лишен флогистона и поэтому жадно поглощает его. Именно такое объяснение и дал Дж.Присли, ярый сторонник теории флогистона.

Как это ни странно, но исторические обстоятельства сложились так, что первой научной теорией химии оказалась ложная теория флогистона. Именно она послужила толчком к множеству новых исследований. В результате в 1680–1760 гг. появились точные количественные методы анализа вещества, а они, в свою очередь, способствовали открытию истинных химических элементов. В 1669 г. и повторно в 1680 г. был открыт фосфор, в 1735 г. – кобальт, в 1751 г. – никель, в 1766 г. – водород, в 1771 г. – фтор, в 1772 г. – азот, в 1774 г. – хлор и марганец, в 1772–1776 гг. одновременно в Швеции, Англии и Франции был открыт кислород. Открыв кислород и установив его роль в образовании кислот, оксидов и воды, А.К.Лавуазье (1743–1794) ниспроверг теорию флогистона и создал принципиально новую теорию химии.

12.2. Химия конца XVIII – начала XX столетий

Основу современной химии заложил в XVII в. английский химик и богослов Роберт Бойль (1627–1691), который, по словам Энгельса, «сделал из химии науку». Это именно так. Бойль решительно порвал как с представлениями о четырех стихиях – вечных элементах всего существующего, так и со сменившими их представлениями алхимиков о начале всех веществ из ртути, серы и философской соли. В 1661 г. он сформулировал первое научное определение химического элемента и ввел в химию экспериментальный метод и положил начало анализу.

Начиная с конца XVII в. задачей химии становится разложение соединений на составные части (Лемери. «Курс химии») и образование из этих частей снова этих соединений. Начинается бурное открытие новых химических элементов. Если древние знали только 9 элементов – углерод, серу, железо, олово, свинец, медь, ртуть, серебро и золото, в XVI в. были открыты еще четыре – мышьяк, сурьма, висмут и цинк, а в 1669 г. открыт фосфор, то в XVIII в. было открыто 18 элементов, а в XIX в. – 49.

Однако великим основателем современной химии является французский ученый Антуан Лавуазье (1743–1794). Отличительная черта всех работ Лавуазье – необыкновенная настойчивость в достижении намеченной цели и точность проводимых исследований. В 25-летнем возрасте он был избран в Академию адъюнктом по химии, а в 1778 г. стал ее действительным членом. С 1785 г. до упразднения Академии в 1793 г. был ее директором. В 1775 г. Лавуазье был назначен одним из четырех управляющих по пороховому делу. На этой должности он организовал экспедиции для поиска месторождений селитры, провел исследования по методам ее очистки, которые дошли до начала XX в.. Пороховым делом Лавуазье управлял до 1791 г., он жил в пороховом арсенале, где находилась и его лаборатория, из которой вышли почти все его работы, обессмертившие его имя. Эта лаборатория была одним из главных научных центров Парижа того времени.

Научная слава Лавуазье заключается не в установлении новых фактов, а в водворении в химии новой системы, которая ее совершенно реформировала. Одна

из первых работ Лавуазье была посвящена вопросу «можно ли воду превратить в землю?» (1770). Этой работой он окончательно разрешил вопрос, долгое время остававшийся спорным.

Затем Лавуазье занимается исследованием газов и устанавливает, что при окислении металлов под действием огня вес окисла больше веса металла, но увеличение веса происходит за счет воздуха, а не за счет огня, как утверждал Бойль, мнение которого в то время было общепринятым. Нагревая в герметичном сосуде олово с помощью большого зажигательного стекла, он находит, что вес сосуда с оловом не изменяется, несмотря на прошедшее окисление олова, что количество воздуха в сосуде уменьшается на 1/5, и что оставшийся воздух не поддерживает горения.

Открытие Пристли и Шееле кислорода в 1774 г. дало Лавуазье толчок к окончательному решению этого вопроса, и в 1775 г. Лавуазье представил в Академию мемуар, в котором определил роль кислорода в образовании окислов металлов и признал кислород одной из составных частей воздуха. После этого Лавуазье выпустил ряд работ, где развил свою теорию горения, диаметрально противоположную теории флогистона. В отличие от теории флогистона, по которой флогистон выделяется из тел при горении, Лавуазье доказал, что воздух состоит из кислорода и другого газа – нездорового воздуха, или азота. Пристли и другие сторонники флогистона считали, что кислород – это воздух, лишенный флогистона, а азот – воздух, насыщенный флогистоном и потому неспособный отнимать его от других тел, а значит, поддерживать горение. Лавуазье провел анализ и синтез воздуха, нагревая ртуть с определенным объемом воздуха в герметически закрытом сосуде и разлагая затем полученную красную окись ртути.

В 1767 г. Кавендиш открыл водород. Лавуазье и ряд других химиков изучили процесс горения водорода и нашли, что продуктом этого горения является вода. Лавуазье пошел дальше. Он провел в 1783–84 гг. разложение воды на составные части, для чего пропускал пар через раскаленный ружейный ствол, собирая газ, выходящий из ствола. Железный ствол при этом покрывался окалиной, а собранный газ оказался водородом.

Объяснение состава воды было решительным ударом по теории флогистона, после чего многие сторонники флогистона стали покидать эту теорию и переходить на сторону учения Лавуазье, хотя в Берлине, где память сторонника теории флогистона Шталя особенно чтилась, Лавуазье был предан анафеме как еретик науки.

Найдя, что при сжигании органических соединений выделяется вода и углекислый газ, Лавуазье пришел к выводу о составе органических соединений из водорода, углерода и кислорода и дал первые примеры органического анализа, причем не только принципы его, но и успешное практическое применение.

Лавуазье первым дал классификацию веществ, известных в то время в химической практике, основой которой вместе с понятием о простых телах являются и понятия – окись, кислота, соль. Эта классификация при всех ее недостатках дала возможность Лавуазье предугадать сложный состав таких веществ, как известь, барит, едкие щелочи, борная кислота и др. Среди ученых того времени было широко распространено мнение, что щелочи – простые неразложимые тела, такие же элементы, как сера, фосфор, железо. Лишь в 1789 г. Лавуазье высказал сомнение в этом: он считал их окислами неизвестных металлов.

Лавуазье принадлежит первая в истории химии попытка систематизации химических элементов. Он включил в свою систему элементов кислород, водород, азот, серу, фосфор, углерод, семь известных в то время металлов, а также... известь, магнезию, глинозем и кремнезем, потому что они не поддавались дальнейшему разложению. Последнюю ошибку позже исправил Д.И.Менделеев.

Параллельно с работой над классификацией Лавуазье много занимался упрощением химической номенклатуры. Новая номенклатура внесла простоту и ясность в химический язык, очистив его от сложных и запутанных терминов, которые пришли еще от алхимии, были произвольными и часто лишены всякого смысла.

Лавуазье своими работами положил начало новой области исследований – термохимии, а его исследования дыхания животных имели громадное значение для физиологии человека, он правильно понял значение и связь важных функций животного организма – дыхания, пищеварения и транспирации. Физиология ведет от Лавуазье новую эру – опытного, количественного исследования живых организмов.

Одновременно с Лавуазье работал знаменитый шведский ученый Торбери Бергман (1735–1784), который занимает почетное место среди ученых, содействовавших развитию экспериментальной и теоретической химии. Он разработал систематический ход анализа и обогатил его новыми важными методами. Бергман открыл в минеральных водах сернистый водород, занимался искусственным приготовлением минеральных вод, исследовал состав ряда минералов и характеризовал их главнейшие группы по химическому составу, второстепенные – по внешнему виду и свойствам.

Бергман открыл соотношения, существующие между различными кристаллическими формами одного и того же вещества, и показал, что различные комбинации этих форм могут происходить из одной какой-либо основной формы путем наложения по известным законам подобных же мельчайших частичек, и наоборот, что основная форма может быть получена из наиболее сложных комбинаций путем механического деления.

В области теоретической химии Бергман в особенности знаменит своим учением о химическом сродстве. Основное положение этого учения гласит, что величина сродства двух химических тел, действующих друг на друга, остается при известных условиях постоянной, не зависящей от количества реагирующих веществ. Причиной химического сродства Бергман считал силу тяжести, сильно модифицированную видом и положением мельчайших частиц реагирующих веществ.

Результаты опытных исследований были сведены в знаменитые в свое время таблицы сродства, где известные соединения, например щелочи, расположены в ряды по степени сродства к той или другой кислоте. В результате получалось, что предшествующий член вытесняет последующий из его соединений. Для каждого из 59 исследованных Бергманом веществ составлена своя особая таблица сродства к другим соединениям или элементам.

В XVIII в. был освоен дистилляционный метод получения металлического цинка – металла, входящего в состав латуни, важного конструкционного сплава того времени.

Еще в XVI в. Георгий Агрикола (Бауэр)(1494–1555), немецкий ученый в об-

ласти горного дела и врач, выпустил труд «О горном деле и металлургии», состоящий из 11 книг, где были рассмотрены вопросы металлургии известных в то время металлов, промышленная выплавка которых была налажена. В тогдашней Европе технология получения металлического цинка отсутствовала. Правда, еще в XIII в. Марко Поло описал способ получения металлического цинка, существовавший якобы в Персии. Но эта работа была забыта, и технологию получения цинка Европе пришлось осваивать заново. Сложность процесса заключалась в том, что при плавлении в открытых печах цинк легко переходит в газообразное состояние, а в этом состоянии он бурно реагирует с кислородом воздуха, превращаясь в исходный продукт процесса – окись цинка.

Впервые в Европе в начале XVIII в. способ получения металлического цинка открыл И.Геккель, но построить первый завод ему удалось лишь 22 года спустя. В Англии первый патент на выплавку цинка получил в 1739 г. Джон Чемпион, который построил в Бристоле завод, выпускающий до 200 тонн цинка в год. Второй завод в том же Бристоле вскоре построил И.Лоусон, который использовал китайский метод выплавки.

Кратко процесс выплавки цинка дистилляционным методом сводился к следующему. Восстановление цинка из руды проводится в герметически закрытом тигле, цинк превращается в газ и по трубам подается в охладитель, где конденсируется и затем разливается по формам. Во время всего этого процесса пары цинка в контакт с воздухом не вступают.

В конце XVIII – начале XIX в. многие великие ученые определили развитие химии. Среди них особую роль сыграли Бертолле и Гей Люссак.

Бертолле (1718–1822) – один из знаменитейших французских химиков-теоретиков XIX в. Анализы аммиака, синильной кислоты, гремучего серебра и процесса беления полотна хлором ставят Бертолле в число первоклассных химиков. Особенно важен его знаменитый труд «Опыт химической статики», где он делает попытку свести весь разнообразный круг химических явлений к известным к тому времени основным и неизменным свойствам материи. Сила химического сродства, по Бертолле, обусловливается теми же причинами, что и сила тяжести, но законы действия сродства из-за чрезвычайно малых расстояний между частицами материи имеют гораздо более сложный характер. Поэтому химические явления следует изучать шаг за шагом при помощи наблюдений и опытов, иначе постичь общие законы этих явлений невозможно. С точки зрения Бертолле, химическое сродство как особый вид притяжения непостоянно, оно находится в зависимости от условий опыта и массы действующих веществ. Это отличает взгляды Бертолле от взглядов Бергмана, по которым сила химического сродства не зависит от количества взаимодействующих веществ.

Бертолле считает, что химические реакции идут до конца только при благоприятных условиях, например при удалении образующегося соединения из сферы действия реакции между веществами. Если этого не делать, то реакция до конца не идет, а ограничивается известным пределом, система достигает химического равновесия. Бертолле вводит понятие химической массы, под которой подразумевает произведение величины сродства на весовое количество вещества. Если два вещества одновременно действуют на третье, то они дают с ним соединение, в

котором количество полученных веществ пропорционально химическим массам. Таким образом, получается равновесие, которое может быть нарушено силой сцепления или упругости одной из составляющих или одного из образовавшихся соединений. Этим обеспечивается выделение веществ из сферы действия выпадением осадка или выделением газа. Из-за этого создается новое равновесие системы уже в других отношениях. Эти положения верны. Но Бертолле впал в крайность и стал отрицать общность закона постоянства состава, что вызвало возражения со стороны Пру. Знаменитый спор между ними длился вплоть до 1808 г., пока закон постоянства состава не утвердился прочно.

Жозеф Гей-Люссак (1778–1850) – знаменитый французский химик и физик, с 1809 года профессор химии в Политехнической школе и профессор физики в Сорбонне, с 1832 г. профессор химии в Парижском ботаническом саду, с 1826 г. почетный член Петербургской Академии наук. Научная деятельность Гей-Люссака поражает своей обширностью и разнообразием.

Классической работой в области минеральной (неорганической) химии является исследование йода и его соединений, а также обширные исследования соединений хлора, кислородных соединений серы, сернистого водорода, кислородных соединений азота. Гей-Люссак вместе с Тейхардом нашел способ получать щелочные металлы в значительных количествах. Это позволило исследовать действие калия и натрия на многие вещества и впервые получить бор. Большую работу он провел в области соединений углерода и открыл новый метод их изучения. Он открыл и впервые получил синильную кислоту, исследовал многие цианистые соединения и раскрыл их истинную природу. Эти исследования впервые показали, что группа CN сходна с простыми телами – галоидами и образует ряд соединений, способных существовать отдельно. Отсюда родилось понятие о радикале (сложной группе), которая лежит в основе современного учения о строении углеродистых соединений.

Гей-Люссак исследовал серновинную и винную кислоты, вместе с Либихом открыл гремучую кислоту, получившую важное значение в пиротехнике. Эта работа привела к усовершенствованию методов анализа органических соединений. Он усовершенствовал метод получения серной кислоты, благодаря чему, производство ее стало более экономичным и экологически более чистым. Гей-Люссак открыл методы алкалиметрии – количественного определения свободных щелочей в щелочных соединениях, например, качества таких материалов, как поташ, сода и т.п.; ацидиметрии - количественного определения содержания свободной кислоты в каком-либо растворе; хлорометрии – количественного определения свободного хлора в растворе. Его объемный способ определения серебра до сих пор находит применение при анализах веществ, содержащих серебро.

Работы Гей-Люссака возбудили интерес к точному количественному анализу, результатом чего появилось много методов количественного анализа.

Среди трудов ученых, работавших на рубеже XVIII–XIX вв, большое значение имеют исследования английского физика и химика Дальтона (1766–1844), который возродил древнюю атомистическую теорию строения веществ, объяснив ею закон кратных отношений, господствующий в химических соединениях. С признанием положений, выдвинутых Дальтоном, твердо установилась численная

сторона изучения химических соединений и точный язык химических формул. Не меньшую роль в развитии химии сыграл итальянский физик и химик Амедео Авогадро (1776–1856), выдвинувший молекулярную гипотезу строения вещества.

Развитию нового направления в химии – электрохимии– мы обязаны английскому химику и физику Гэмфри Дэви (1778–1829) и шведскому химику и минералогу Йенсу Якубу Берцелиусу (1749–1848). Деви электролизом впервые получил калий, натрий, кальций, стронций и магний (1807–1808), последние три – используя методику Берцелиуса. Он же в 1815 г. предложил водородную теорию кислот.

Берцелиус открыл церий, селен, кремний, торий, в 1812–1819 гг. создал электрохимическую теорию химического сродства и на ее основе построил классификацию элементов соединений и минералов. В 1807–18 гг. определил атомные массы всех известных к тому времени 45 элементов, ввел современные обозначения химических элементов, которые вытеснили менее удачные обозначения, предложенные Дальтоном. Именно Берцелиус выдвинул электрохимическую теорию, согласно которой молекулы любого вещества образуются из атомов за счет электростатического притяжения разноименно заряженных атомов или атомных групп.

Размышляя над строением органических соединений, Берцелиус пришел к выводу, что они могут быть построены из радикалов – соединений атомов, которые тем не менее неделимы. Однако вскоре Огюст Лоран опроверг это мнение, выдвинув теорию типов, в соответствии с которой органическая молекула имеет ядро (им может быть и отдельный атом), к которому могут присоединяться различные радикалы. Поэтому органические молекулы можно сгруппировать в семейства или типы. При замещении одного из атомов водорода в воде на метильную (CH_3) или этильную (C_2H_5) группу образуется соответственно метиловый (CH_3OH) или этиловый (C_2H_5OH) спирт. В результате такого замещения можно получить чрезвычайно много различных спиртов.

С начала XIX столетия началось освоение химических реакций с использованием веществ, не принимающих непосредственного участия в реакциях, но существенно их ускоряющих, хотя первые подобные реакции к тому времени уже были известны. Такие вещества в 1835 г. немецким химиком Э.Мичерлихом и шведским химиком Й.Берцелиусом были названы катализаторами, а сами реакции – каталитическими.

Еще в 1746 г. Дж.Робеком применил катализатор при камерном получении серной кислоты. В 1806 г. французские химики Н.Клеман и Ш.Дезорм опубликовали подробные данные об ускорении процесса окисления сернистого газа в присутствии окислов азота при камерном производстве серной кислоты, шесть лет спустя в «Технологическом журнале» русский химик К.С.Кирхгоф изложил результаты своих наблюдений об ускоряющем действии разбавленных минеральных кислот на превращение крахмала в глюкозу. Этими наблюдениями была открыта эпоха экспериментального изучения необычных для того времени химических явлений, связанных с ускорением реакций в присутствии третьего тела при невысоких температурах и давлениях.

В 1813 г. Тенард наблюдал разложение аммиака в присутствии металлов, а в 1825 г. Доберейнер показал, что диоксид марганца изменяет скорость разложения

хлорана калия. А далее число химических реакций, в которых применялись катализаторы, в том числе используемых в промышленности, стало стремительно нарастать.

Однако состояние теоретической химии продолжало оставаться неудовлетворительным. В 1840 г. французский химик Шарль Фредерик Жерар (1816–1856) установил, что существовавшие тогда теории объединения атомов в молекулы не полны. Он показал, что в подавляющем большинстве случаев молекулы состоят из атомов и атомных групп так тесно связанных, что разделение их приводит к качественно новым веществам. Молекулу Жерар назвал «унитарной системой», в которой все ее элементы не только взаимосвязаны друг с другом, но влияют друг на друга и качественно преобразуют друг друга. Включая в себя один и тот же элемент, система делает его различным в зависимости от связанных с ним партнеров.

Некоторые химики считали теорию типов весьма упрощенной. Вызывало удивление то обстоятельство, что каждый атом элемента в различных соединениях оказывался связанным с определенным количеством других атомов. Английский химик Эдуард Франкланд (1825–1899) первым заинтересовался металлоорганическими соединениями, в которых было установлено, что каждый атом металла присоединяет определенное количество органических групп, причем оно различно для разных металлов. Например, атомы цинка соединяются только с двумя органическими группами. В 1852 г. Франкланд выдвинул теорию валентности (от лат. valentia – сила), согласно которой каждый атом обладает определенной способностью к насыщению (или определенной валентностью).

Теория валентности сыграла важнейшую роль в развитии теории химии вообще и органической химии в особенности. Исходя из этой теории, немецкий химик Кекуле (1829–1896) показал в 1857 г., что углерод четырехвалентен и что его атомы могут соединяться друг с другом в цепи. В 1858 г. Кекуле представил строение наиболее простых молекул и радикалов. Стало ясно, почему органические молекулы значительно больше и сложнее, чем неорганические. Полезность структурных формул была настолько очевидной, что многие химики-органики приняли их сразу. В результате было признано необходимым, записывая формулу соединения, показывать его атомную структуру.

В 1865 г. Кекуле предложил циклическую формулу бензола. Это предложение открыло широкие пути для построения структуры многих органических веществ.

Важную роль в развитии общей и органической химии сыграл русский химик-органик Бутлеров (1828–1886), обосновавший теорию химического строения веществ, согласно которой свойства вещества определяются порядком связей атомов в молекулах и их взаимным влиянием. В 1864 г. он первым объяснил изометрию, открыл полимеризацию изобутилена $(CH_3)_2C = CH_2$, синтезировал ряд органических соединений. Изобутилен – сырье для синтеза изопрена, изооктана, полиизобутилена, бутилкаучука. Резины, изготовленные на основе изобутилена, атмосферостойки, устойчивы к химическим реагентам. Изопрен – сырье для получения изопреновых каучуков, бутилкаучука.

Развитию термохимии и органической химии мы в первую очередь обязаны знаменитому французскому химику и государственному деятелю Пьеру Бертело (1827–1907). Он знаменит своими открытиями в области синтеза, химической механики и термохимии, а также работами в области новых методов изучения и клас-

сификации органических веществ. Особенно важен труд Бертело «Опыт химической механики, основанный на термохимии» (1879). Большая часть важнейших открытий Бертело относится к области синтеза органических веществ и изучения законов химической механики, управляющей как синтезом, так и всей совокупностью химических превращений.

До Бертело, т.е. в первой половине XIX столетия, в органической химии царил анализ, все усилия были направлены на открытие простейших соединений, из которых составлены природные вещества. Отдельные факты, например синтез мочевины $C_2H_4N_2O = CO(NH_2)_2$, осуществленный Веллером в 1828 г., не были истолкованы соответствующим образом. Бертело произвел переворот в науке, показав, что большинство органических соединений могут быть получены синтетически, без действия таинственной «жизненной силы», как думали прежде.

Наиболее важным был синтез ацетилена C_2H_2 прямым соединением водорода с углеродом под влиянием высокой температуры вольтовой дуги. Присоединением к ацетилену водорода был получены этилен $H_2C = CH_2$ и этан C_2H_6, а разложением последнего – болотный газ метан CH_4. При действии высокой температуры ацетилен был переведен в бензол C_6H_6, нафталин $C_{10}H_8$ и в других представителей тел ароматического ряда. Окислением ацетилена были получены уксусная, щавелевая и гликолевая кислоты. Из окиси углерода получена муравьиная кислота, из этилена был получен этиловый спирт C_2H_5OH, а из метана – метиловый (древесный) спирт.

К 1856–62 гг. относятся первые исследования Бертело в области химической механики, а именно: изучение образования сложных эфиров, скоростей химических реакций, законов химического равновесия. С 1865 г. он занимается вопросами термохимии, и Бертело является основателем этой науки. Именно он изобрел калориметрическую бомбу и ввел понятие экзотермических и эндотермических реакций.

Одна из важных отраслей химии – агрохимия – получила свое развитие благодаря работам знаменитого немецкого химика Юстуса Либиха (1803–1873) и русского ученого Д.Н.Прянишникова (1865–1948).

Либих провел исследования известковых суперфосфатов применительно к земледелию, в которых показал возможность применения суперфосфатов для подкормки растений и увеличения плодородия почв. Он же исследовал почти все важнейшие органические кислоты, изучил продукты разложения спирта хлором и продукты окисления алкоголя, а также составные части жидкостей мяса. Он открыл в аммиаке и меламине углесодержащие основания, которые могут быть получены искусственным способом, нашел в моче гиппуровую кислоту, в жидкости мяса – креатин, инозилиновую кислоту и тирозин как продукт разложения казеина. Он является автором теории брожения и гниения, теории минерального питания растений. Его работы в области создания минеральных удобрений и увеличения плодородия почв, существенно истощенных за предыдущие годы, да и никогда и не бывших на территории Германии особенно плодородными, были высоко оценены современниками. Вскоре после его смерти в трех городах Германии – Мюнхене, Дармштадте и Гессене ему были поставлены памятники.

Прянишников разработал теорию азотного питания растений (1916), научные основы фосфорирования почв, известкования кислых почв, гипсования солонцов, применения органических удобрений.

Особую роль в истории химии сыграл знаменитый русский ученый Д.И.Менделеев (1834–1907). Он в 1869 г. открыл периодический закон химических элементов – один из основных законов естествознания.

Менделеев является автором фундаментальных исследований по химии и химической технологии. Его труд «Основы химии» (1871) стал первым стройным изложением неорганической химии. Он заложил основы теории растворов, предложил промышленный способ фракционного разделения нефти, пропагандировал использование минеральных удобрений.

К 1830 г. было открыто 55 различных элементов. В теории алхимиков фигурировало всего лишь четыре элемента, и такое резкое увеличение списка элементов, которые вдобавок сильно отличались по свойствам, озадачило химиков. Почему элементов столько? Сколько их еще осталось открыть? Десять? Сто? Тысячу? Бесконечное число? Заманчиво было как-то упорядочить список уже известных элементов. Может быть, при этом удастся выявить число еще неоткрытых элементов и обнаружить какую-то закономерность в изменении свойств уже открытых?

Первым, кому удалось уловить некоторые проблески порядка, был немецкий химик Иоганн Вольфганг Дёберейнер (1780–1849). В 1829 г., изучая свойствами брома, он обнаружил, что его свойства промежуточны между свойств хлора и йода. Он нашел еще две подобных триады – кальций – стронций – барий и сера – селен – теллур. В этих группах атомный вес среднего элемента был примерно равен среднему атомному весу крайних элементов. Больше таких триад найти не удалось.

В 1860 г. в Карлсруэ в Германии состоялся Первый международный химический конгресс. На нем итальянский химик Станислао Канницаро (1826–1910) обнародовал раннюю работу Авогадро, в которой разграничивался атомный вес и молекулярный вес.

В 1864 г. английский химик Джон Александр Ньюлендс (1837–1898) расположил известные элементы в порядке возрастания атомных весов по семь элементов в каждом столбце. Стала намечаться закономерность, которая была названа «законом октав» (в музыкальной октаве семь нот, восьмая начинает новую октаву). Были и некоторые другие попытки, в целом не очень удачные.

Д.И.Менделеев, вернувшись в Россию после конгресса, приступил к изучению списка элементов и обратил внимание на периодичность изменения валентности у элементов, расположенных в порядке возрастания атомных весов. Основываясь на увеличении и уменьшении валентности, Менделеев разбил элементы на периоды: в первом только один водород (валентность 1), далее два периода по семь, затем периоды, содержащие более семи элементов. В 1869 г. Менделеев опубликовал свою таблицу, оставляя свободными места там, где это подсказывала общая периодичность.

Периодический закон позволил Менделееву предсказать существование новых, еще не отрытых элементов и с большой точностью их свойства (атомная масса, удельный вес, теплоемкость, температура плавления и кипения) и свойства некоторых их соединений. Менделеев обнаружил ошибки в определении атомных масс урана и некоторых других элементов, у которых ранее найденное значение атомной массы оказалось в два раза менее действительного, и поправил значения атомных масс некоторых других элементов, например титана.

В настоящее время Периодический закон Менделеева принят во всем мире. Он не абсолютно совершенен, т.к. в нем имеется большое число так называемых исключений. Это касается рядов лантаноидов (14 элементов) и актиноидов (тоже 14 элементов), которые в таблице помещены соответственно в 6-й и 7-й периоды в 3-й столбец. Это вызвало многочисленные попытки пересмотра таблицы, и в настоящее время разработано более 200 вариантов. Однако устоявшаяся традиция и отсутствие жесткой необходимости в пересмотре таблицы фактически сохранили ее в первозданном виде. Исключение составила лишь так называемая нулевая строка самого первого варианта таблицы Менделеева, которая включала в себя только один «элемент» – эфир: эта строка из последующих вариантов таблицы была исключена...

12.3. Химия XX столетия

12.3.1. Развитие теоретической химии

Конец XIX в. ознаменовался тремя выдающимися открытиями в области физики, в результате которых была доказана сложная структура атома, прежде считавшегося неделимым, – были открыты рентгеновские лучи, явление радиоактивности и электрон. Это положило начало новому этапу в развитии химии.

После того как Э.Резерфорд установил существование атомных ядер и в 1911 г. предложил планетарную модель атома, началась успешная разработка теории строения атома, появились новые представления об электрической природе химических сил.

Открытый Г.Мозли закон (1913) связал положение элемента в Периодической системе и его характеристическое рентгеновское излучение. Это привело к выводу, что атомный номер химического элемента численно равен заряду атомного ядра этого элемента, а следовательно – общему числу электронов в оболочке нейтрального атома.

Еще более глубокое понимание Периодического закона было достигнуто на основании работ Н.Бора и других ученых, показавших, что по мере перехода от элементов с меньшими атомными номерами к элементам с большими их значениями происходит заполнение электронами оболочек (уровней и подуровней), все далее расположенных от ядра. При этом периодически повторяется сходная структура внешних электронных конфигураций, от чего и зависит в основном периодичность химических и большинства физических свойств элементов и их соединений.

Решающую роль в понимании закономерностей заполнения электронных оболочек атома и объяснения атомных и молекулярных спектров сыграл принцип Паули (1925), согласно которому две тождественные частицы с полуцелым спином (момент количества движения, выраженный в единицах $\hbar$) не могут одновременно находиться в одном состоянии.

Обнаружение изотопов – разновидностей одного химического элемента, отличающихся массами атомов, показало, что не атомная масса, а заряд ядра опреде-

ляет место элемента в периодической системе. Открытием нейтронов (Дж.Чедвик, 1932) и искусственной радиоактивности ((И. и Ф. Жолио-Кюри, 1934) были заложены основы получения новых радиоактивных изотопов и элементов, отсутствующих в природе и последующего синтеза трансурановых элементов.

В 1916 г. появились первые электронные теории химической связи. В.Косселем была разработана теория ионной, а Г.Льюисом – теория ковалентной связи. Описательная часть этих теорий сохраняет свое значение и сегодня. Однако только на основе квантовой теории уже после 1925 г. удалось частично объяснить природу химической связи, точно рассчитать энергию связи для простейшей молекулы – молекулы водорода и ряд параметров двухатомных и нескольких многоатомных молекул.

Новейший этап развития химии характеризуется быстрой разработкой пространственных представлений о строении вещества (конформационный анализ). Было расширено представление об изомерии – существовании одинаковых по составу и молекулярной массе веществ, различающихся по строению или расположению атомов в пространстве и, вследствие этого, по физическим и химическим свойствам и были заложены основы стереохимии.

Современная теоретическая химия основана на общефизическом учении о строении материи, на достижениях квантовой механики и статистической физики. Применение методов квантовой механики к решению химических задач привело к возникновению квантовой химии. Был разработан метод молекулярных орбиталей, рассматривающий целостную электронную структуру молекулы. На его основе рассчитываются энергетические и электронные параметры молекул. Этот метод получил распространение и в теории органической химии.

Квантово-механические представления привели к возникновению учения об абсолютных скоростях химических реакций, являющегося основой химической кинетики. Большое значение приобрели работы в области цепных реакций, в которых появление промежуточной активной частицы (свободного радикала, атома или возбужденной молекулы) вызывает большое число (цепь) превращений исходных молекул. Эти реакции могут быть неразветвленными, а могут быть и разветвленными, идущими одновременно по нескольким направлениям.

Ядерные превращения и сопутствующие им физико-химические явления служат объектами изучения ядерной химии и радиохимии. Взаимодействие вещества с излучением и частицами высоких энергий различной природы, приводящее к химическим превращениям, изучается радиационной химией, исследующей, в частности, фотохимические процессы.

Большой материал накоплен электрохимией и магнетохимией, исследующих влияние магнитных полей на химические процессы. Область термохимических исследований расширилась в результате изучения взаимодействия вещества с плазмой, что дало начало плазмохимии. Химия полимеров изучает пути синтеза и свойства высокомолекулярных соединений. Большие успехи сделала органическая химия.

В современной химии накапливаются данные о химической эволюции вещества во Вселенной, что позволяет составить общую картину эволюции природы. Геохимия, гидрохимия, химия атмосферы, биогеохимия постепенно формируют

представления о планетарных миграциях химических элементов, биохимия – о жизненных циклах, осуществляемых с участием белковых катализаторов – ферментов. Появилась новая отрасль знаний, так называемая молекулярная психология, связывающая молекулярную биологию с наукой о поведении живых организмов.

Развитие химии продолжается, и возможности даже ее традиционных методов далеко не исчерпаны.

12.3.2. Основные представления современной химии

Несмотря на то, что в XX столетии химия продвинулась далеко как в научном плане, так и в прикладной сфере, ее основные представления сохранились в основном на том же уровне, что и в первой четверти этого века. Поэтому целесообразно вкратце перечислить те понятия, которые химическая наука установила у себя как некоторые опорные и исходные. К числу таких понятий относятся представления о химической реакции, о структуре атомов и молекул, о природе химической связи, о валентности, сродстве и т.п., об энергетике химических реакций и т.д.

Атом – мельчайшая химически неделимая частица вещества. Атом – электронейтральная система взаимодействующих элементарных частиц, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.

Ядро атома состоит из ***протонов*** и ***нейтронов*** (общее название – ***нуклоны***). Число протонов N_p, нейтронов N_n и электронов N_e связаны с зарядом ядра Z и массовым числом A соотношениями:

$$N_p = Z; \qquad N_n = A - Z;$$

$N_e = Z$ (в нейтральном атоме); $N_e = Z - K$ (в ионе с зарядом K).

Молекула – наименьшая частица вещества, состоящая из атомов, состав и химические свойства которой определяют свойства данного вещества.

Элемент – обобщенное название атомов с одинаковым зарядом ядра (совокупность изотопов).

Вещество – совокупность атомов, молекул или ионов, характеризующаяся набором физических и химических свойств.

Простым веществом называют вещество, образованное атомами одного элемента.

Сложным веществом (или химическим соединением) называют вещество, образованное атомами разных элементов.

Формула – символьная запись, отражающая качественный и количественный состав молекулы и указывающая количество содержащихся в молекуле атомов каждого вида.

Ион – заряженная частица, образующаяся из атома или молекулы путем отдачи или приема одного или нескольких электронов.

Катион – положительно заряженный ион.

Анион – отрицательно заряженный ион.

Аллотропия – свойство элемента существовать в виде нескольких форм.

Атомная единица массы (а.е.м.)– величина, численно равная 1/12 массы атома углерода C_{12}; 1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг.

Атомная масса элемента – среднее значение масс всех его изотопов.

Относительная атомная масса – отношение атомной массы элемента к а.е.м.

Относительная молекулярная масса – отношение массы молекулы к а.е.м.

Моль – единица количества вещества, содержащая столько же атомов или молекул данного вещества, сколько атомов содержится в 12 г углерода, состоящего только из изотопа C_{12}.

Число Авогадро – число молекул, содержащееся в одном моле:

$$N_A = 6,02252 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} .$$

Химическая реакция – превращение одних веществ в другие, отличные от исходных по химическому составу или строению. Общее число атомов каждого данного элемента, а также сами химические элементы, составляющие вещества, остаются неизменными, этим химические реакции отличаются от ядерных реакций.

Любая химическая реакция обратима, хотя скорости и условия проведения прямой и обратной реакций могут существенно отличаться.

Реакционная способность – характеристика химической активности вещества, учитывающая как разнообразие реакций, возможных для данного вещества, так и их скорость. Например, благородные металлы и инертные газы химически инертны, у них низкая реакционная способность, щелочные металлы и галогены химически активны, т.е. они обладают высокой реакционной способностью.

Электронная структура атомов – взаиморасположение электронных орбиталей в атоме. Орбитали характеризуются главным квантовым числом n, орбитальным квантовым числом l и магнитным квантовым числом m. Наиболее устойчивая орбиталь с $n = 1$ образует K-оболочку. L-оболочка с $n = 2$ включает одну орбиталь с набором электронов, имеющих различные квантовые числа. В атоме не может быть двух электронов с одинаковыми значениями всех квантовых чисел.

Химическая связь – взаимное притяжение атомов, приводящее к образованию молекул и кристаллов.

· ***Ионная связь*** обусловлена электростатическим взаимодействием между ионами. Вещества с этим типом связей, как правило, представляют собой кристаллические вещества с высокими температурами плавления и кипения. Их растворы проводят электрический ток.

Ковалентная связь осуществляется за счет образования ионных пар, принадлежащих обоим атомам.

Мера прочности химической связи – энергия данной связи, работа необходимая для ее разрыва.

Валентность (от лат. valentia – сила), способность атома к образованию химических связей. Количественно мерой валентности принято считать число других атомов в молекуле, с которыми данный атом образует связи. Валентность – одно из фундаментальных понятий теории химического строения веществ. Оно формировалось вместе с понятием химической связи, параллельно с развитием

синтетической химии и методов исследования строения и свойств веществ, и его содержание неоднократно расширялось и изменялось по мере того, как экспериментальная химия находила все новые и новые классы соединений с неизвестными ранее типами взаимодействия атомов в молекуле, а в последние 30–40 лет – с развитием квантовой химии.

В настоящее время накопленный химией экспериментальный материал столь обширен и разнообразен, а картина химической связи в разных соединениях столь пестра, что задача нахождения последовательного, единого и всеобъемлющего определения валентности представляется крайне сложной. Эти трудности побуждают некоторых химиков отказаться от универсального понятия валентности и заменить его набором более узких, но зато более конкретных и более точных понятий – ковалентность, гетеровалентность, координационное число и т.д. В отдельных классах соединений преобладает какой-либо один тип химического взаимодействия, хотя в других случаях два и более типов соединений могут иметь место.

Ковалентность – мера способности атома к образованию ковалентных химических связей, возникающих за счет двух электронов (по одному от каждого атома) и имеющих малополярный характер. Ковалентность равна числу не спаренных электронов атома, участвующих в образовании связи и часто может принимать все значения от 1 до максимальной, которая для большого числа элементов совпадает с номером их группы в Периодической таблице Менделеева.

Гетеровалентность (употребляются также термины электровалентность и ионная валентность) – мера способности атома к образованию ионных химических связей, возникающих за счет электростатического взаимодействия ионов, которые образуются при полном (или почти полном) переходе электронов одного атома к другому (ионная связь). Гетеровалентность равна числу электронов, которые атом отдал или получил от другого атома, и совпадает с зарядом соответствующего иона.

Координационное число (КЧ) равно числу атомов, ионов или молекул, находящихся в непосредственной близости с данным атомом в молекуле. В отличие от ковалентности и гетеровалентности, это понятие имеет чисто геометрический смысл. Величина КЧ может определяться как относительными размерами атомов, так и другими, более сложными причинами.

Окислительное число (ОЧ) (или степень окисления) – понятие, получившее в последнее время распространение в неорганической химии. Это электростатический заряд, условно приписываемый атому по нескольким правилам. В ионных соединениях ОЧ совпадает с зарядом иона (например, в NaCl ОЧ Na равно +1, ОЧ Cl равно –1).

В ковалентных соединениях ОЧ принято считать равным заряду, который получил бы атом, если бы все пары электронов, осуществляющие связь, были целиком перенесены к более электроотрицательным атомам (т.е. если условно допустить, что связь имеет полностью ионный характер). Например, в HC_l ОЧ H равно +1, ОЧ C_l равно –1. В элементарных соединениях ОЧ равно 0 (например, в O_2, C_{l2}, P_4, S_8, в алмазе.)

Сродство к электрону (электронное сродство) – способность некоторых нейтральных атомов, молекул и свободных радикалов присоединять добавочные электроны, превращаясь в отрицательные ионы. Мерой этой способности для частиц

каждого определенного сорта служит энергия сродства к электрону S, равная разности энергии нейтрального атома (молекулы) в основном состоянии и энергии основного состояния отрицательного иона, образовавшегося после присоединения электрона.

У большинства атомов сродство к электрону связано с тем обстоятельством, что их внешние электронные оболочки не заполнены. К таким атомам относятся атомы H и элементы 1-й группы периодической системы элементов (один внешний s-электрон), а также атомы 3, 4, 5, 6 и 7-й групп (неполное число p-электронов). Величина S точно определена лишь для немногих атомов.

Катализ (от греч. katalisys – разрушение) – изменение скорости химических реакций в присутствии веществ (катализаторов), вступающих в промежуточное химическое взаимодействие с реагирующими веществами, но восстанавливающих после каждого цикла промежуточных взаимодействий свой химический состав.

Катализатор – это вещество, которое увеличивает скорость приближения химической реакции к равновесию и не расходуется в ходе реакции. Реакции с участием катализаторов называются ***каталитическими***.

Характер промежуточного химического взаимодействия при катализе весьма разнообразен. Обычно различали две группы каталитических процессов – кислотно-основный (гетеролитический) и окислительно-восстановительный (гомолитический). Но уже в XX столетии к ним добавился ферментативный катализ, в котором катализатором служат сложные белковые образования, ускоряющие течение биологически важных реакций в организмах растительного и животного мира, хотя сам этот вид катализа может быть и гомогенным, и гетерогенным.

В зависимости от фазового состояния реагирующих веществ и катализатора различают гомогенный и гетерогенный катализ. В первом случае катализатор и реагирующие вещества образуют одну однородную систему (по всему объему), границы раздела между катализатором и реагирующими веществами отсутствуют. Во втором случае катализатор и реагирующие вещества отделены границей раздела. Наиболее важны случаи, когда катализатор является твердым телом, а реакционная система образует жидкую или газообразную фазу. Промежуточное взаимодействие происходит при этом на поверхности твердого тела.

Катализ давно стал ведущим методом осуществления химических реакций в промышленности. Порядка 70% всех известных химических реакций в промышленности, а вновь открытых – более 90% проводятся с помощью катализаторов.

Применение катализаторов позволяет проводить химические превращения с высокими скоростями при небольших температурах. Большинство промышленных каталических процессов без катализаторов вообще не могло бы быть реализовано. Подбирая катализаторы, можно направлять химические превращения в сторону образования определенного продукта из ряда возможных.

С помощью катализа в начале XX в. была решена проблема фиксации азота воздуха, реализован метод получения азотной кислоты путем окисления аммиака на платиновых сетках. Каталические методы господствуют в технологии нефтепереработки, а также в осуществлении процессов органического синтеза. Производство каучука основано на превращении этилового спирта в дивинил с помощью многокомпонентного окисного катализатора. Нет возможности даже

просто перечислить все химические реакции, проводимые с помощью катализаторов и имеющие промышленное значение.

Катализ играет ведущую роль в химических превращениях в живой природе. Биологические катализаторы, называемые ферментами, или энзимами, сопровождают и обеспечивают устойчивость всех основных процессов в живых организмах.

Закон сохранения массы вещества. Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, полученных в результате реакции.

Закон постоянства состава. Каждое химическое соединение молекулярной структуры независимо от способа его получения имеет один и тот же состав (так называемые ***дальтониды***).

Существуют также соединения, состав которых зависит от способа их получения. Такие соединения переменного состава называют ***бертоллидами.***

Закон Авогадро. В равных объемах различных идеальных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число молекул.

Принцип Ле Шателье-Брауна (1887). Внешнее воздействие, выводящее систему из термодинамического равновесия, вызывает процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия.

12.3.3. Прикладные достижения химии XX столетия

В XX столетии основное направление в химии это создание полимерных материалов, в первую очередь – получение искусственного каучука. Советский химик С.В.Лебедев (1874–1934) начиная с 1908 г. занимался исследованием процесса полимеризации непредельных углеводородов, то есть углеводородов, у которых некоторые атомы углерода соединены между собой двойными или тройными связями, что определяет их высокую способность вступать в химические реакции, в том числе в полимеризацию. К ним относят олефины, диены, ацетилен, бензол и др.

В 1926–28 гг. Лебедев руководил разработкой первого в мире промышленного способа получения синтетического каучука, который впервые был осуществлен в 1932 г. После этого получение синтетических каучуков разных видов и свойств было налажено в Советском Союзе и других странах мира. Было синтезировано большое число разных искусственных материалов. Это поликапроамид, отличающийся высокой механической прочностью, износоустойчивостью и химической устойчивостью, применяемый для производства волокон, пленок, машиностроительных деталей. Ткани из полиамидного волокна известны нам под торговыми названиями капрон и нейлон. Это поликарбонаты, которые прочны, оптически прозрачны, морозостойки, хорошие диэлектрики. Они применяются в производстве пленок, смотровых стекол, корпусов разных машин, счетных, радио – и телевизионных приемников, бытовой техники.

В авиации и космической технике широкое применение нашли полиамиды, например полипиромилитимид – термо - и радиационно стойкий материал с хорошими электроизоляционными свойствами. Из него получают пластмассы, пленки, лаки, клеи и волокна. Перечень применяемых в быту и технике полимерных

материалов очень велик и не может быть здесь полностью приведен. Ограничимся вышеуказанными.

Широкое применение получили различные методы ***крекинга*** – переработки нефти и ее фракций для получения главным образом моторных топлив – бензинов, дизельных топлив, а также химического сырья. Наряду с распадом тяжелых углеводородов при крекинге происходит синтез новых молекул. Каталитический крекинг, проводимый в присутствии катализаторов – алюмосиликатов, окислов металлов, водорода, кислорода и других типов используется для повышения эффективности процессов крекингования, снижения количества отходов и получения различного сырья для химической промышленности.

Широко развились методы антикоррозийных покрытий металлов с применением гальванической и термохимической обработок.

Химизация хозяйства обеспечивает расширение сырьевой базы промышленности и экономию природных ресурсов, улучшение качества материалов и изделий, а также их ассортимента, снижение затрат на производство и эксплуатацию изделий.

В добывающих отраслях применяются химические растворы при бурении на нефть и газ, взрывчатые вещества при добыче руд, реагенты для их флотации и обогащения.

В металлургической промышленности широко применяются методы химической технологии (кислородное дутье, травление металлов кислотами, покрытие поверхности проката пластмассами). В цветной металлургии все большую роль играют химические методы обогащения и извлечения металлов, особенно редких элементов, из руд.

В машиностроении химические материалы используются для обезжиривания, травления, фосфатирования, пассивирования, нитроцементации, окраски поверхностей машин и оборудования и др. Широко стали применяться пластические массы в качестве конструкционных элементов, изоляции, фрикционных, антифрикционных, декоративных и других материалов.

В деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности механико-химическая переработка древесины является эффективным способом ее экономии и сбережения лесных ресурсов. Изготовленные из отходов древесины и малоценных пород дерева плиты и фанера с применением синтетических смол полноценно заменяют пиломатериалы.

Например, 1000 куб.м древесностружечных плит заменяют 2000 куб.м пиломатериалов или 2500 куб.м круглого леса.

В легкой промышленности используются химические волокна, искусственная кожа и изделия из них. Наиболее высока экономическая эффективность замены натуральных волокон химическими в производстве тканей технического назначения.

Высок уровень химизации резиновой промышленности, в частности, организован массовый выпуск покрышек для автомобилей, изготовленных полностью из синтетического каучука.

В строительстве расходуется 20–25% всех ресурсов пластмасс, значительное количество синтетического каучука и химических волокон. Применение их позволяет существенно снизить вес зданий и сооружений, резко повысить качество

конструкций (надежная герметизация, антикоррозийная защита и др.), повысить декоративно-художественную выразительность интерьеров.

Большую перспективу в машиностроении и строительстве открывает применение керамик. Производство керамики обходится в сотни раз дешевле производства металлов, а во многих случаях керамика может с успехом заменить металлы. При этом сырья на земле для производства керамик во много раз больше, чем металлических руд. Блоки для строительства, детали машин можно прессовать из керамики любых форм и разных размеров. Это исключает необходимость ее дальнейшей обработки, делая производство исключительно выгодным.

В нашей стране впервые в мире в 1960 г. был получен сверхтвердый керамический материал гексанид с температурой плавления свыше 3200°С и твердостью, близкой к твердости алмаза. На его основе успешно разработаны и широко применяются режущие инструменты для машиностроения и для других целей.

Химизация сельского хозяйства включает применение минеральных удобрений, химические средства (пестициды) защиты растений и животных от вредителей, болезней, а также средства борьбы с сорняками (гербициды), использование химических продуктов в животноводстве (кормовые фосфаты, карбамид, премиксы, кормовой микробиологический белок, витамины), полимерных и других химических материалов, в мелиорации. Научно-обоснованное применение минеральных удобрений обеспечивает не только увеличение урожайности, но и улучшение качества сельскохозяйственной продукции.

Значительный эффект может быть получен от химизации лесного хозяйства, где применение минеральных удобрений и химических средств защиты позволяет сократить длительность воспроизведения леса на 3–5 лет.

Все большее значение приобретает химизация быта и сферы услуг. В коммунальном хозяйстве химические продукты используются для очистки питьевой воды и городских стоков, в механических прачечных, для химической очистки одежды и т.д. В домашнем хозяйстве все шире потребляются товары бытовой химии – синтетические моющие средства, пятновыводящие, чистящие, полирующие, клеящие вещества, препараты против бытовых насекомых, средства защиты растений в садах и на приусадебных участках, фотохимические материалы. Применение этих средств улучшает условия быта, облегчает домашний труд, сокращает затраты времени на ведение домашнего хозяйства.

Одновременно развивались новые отрасли химии.

Это радиационная химия, изучающая воздействие радиационного излучения на химические реакции, фотохимия, изучающая химическое действие света в спектральной области, а также в ультрафиолетовой и ближней инфракрасной областях, лазерная химия, изучающая возможности появления новых технологических процессов, протекающих при воздействии лазерного излучения, плазмохимия, изучающая химические процессы, протекающие в холодной (до 1000 °К) и горячей плазме, а также химия высоких (от 100 до 1000 бар)и сверхвысоких (более 1000 бар) давлений, магнетохимия – химия в электрических и магнитных полях высокой напряженности. В этих новых отраслях химии уже получены практические результаты.

Так, например, в ряде стран радиационно-химическое модифицирование полимеров уже внедрено в промышленность. Около 90% всего применяемого в хи-

мической промышленности радиоактивного излучения расходуется на образование в полиэтилене полимерной сетки, после чего полиэтилен можно использовать для изоляции высокочастотных кабелей вместо дорогого тефлона.

Перед второй мировой войной на химическом предприятии в Лейне (Германия) был осуществлен первый фотохимический процесс – сульфохлорирование. Продукты, получающиеся при этом процессе, используют для получения синтетических моющих средств, вспомогательных средств для текстильной промышленности, растворителей для пластмасс. В Японии построена установка для фотохимического производства капролактама.

Благоприятные перспективы имеет применение фотосинтеза для получения органических соединений с высоким содержанием энергии. Другим путем получить эти соединения очень трудно или даже невозможно.

Отчетливо вырисовывается перспектива применения лазера для инициирования многих химических процессов: диссоциации, синтеза, катализа и управления ими. Когда колебания лазерного луча приводятся в резонанс с частотой колебаний молекул, можно добиться разрыва химических связей и образования химически активных осколков молекул, вступающих в реакции с желаемыми другими веществами.

С помощью плазмы проводят синтез оксида азота – NO, а карбид урана изготавливался в 80-х годах XX столетия в СССР в промышленном масштабе.

В США с 1972 г. в плазме с температурой 11000 ^{0}K получают диоксид циркония Z_2O_2, причем 99% полученного продукта имеет вид однородных, одинаковых по величине кристаллических зерен, пригодных для производства глазурей и жаропрочного кирпича. При этом продолжительность реакций в высокотемпературной плазме очень мала.

Так, всего за 10 мкс в плазме, имеющей температуру 1800–5300°K, 75–80% метана превращается в ацетилен, поэтому аппаратура очень компактна, например, метановый плазматрон имеет длину 65 см и диаметр 15 см.

Для процессов полимеризации и реакций на поверхностях особо пригодны плазмы с температурой от 400 до 1000°K. В плазме с температурой ниже 400°K в промышленном масштабе проводят азотирование прокатных валов и шариков для шариковых ручек, что приводит к поверхностному упрочению стали.

Высокие и сверхвысокие давления вызывают существенное изменение химической активности соединений. При давлении 10^2– 10^3 бар исчезает различие между жидкостью и газом, а при давлении 10^3 – 10^5 бар – между твердой фазой и газом.

Высокие давления применяются уже с 1917 г., когда в Лейне-Верке было введено в строй промышленное производство аммиака, осуществляемое при давлении в 300 бар и температуре 600°C. В 1929 г. была создана установка для получения метанола (300 бар и 400°C). Позже были созданы установки для гидрогенизации угля (700 бар) с целью получения разных углеводородов. Полимеризацию этилена проводят при давлении от 1500 до 2500 бар.

Химизация народного хозяйства являлась одним из основных направлений научно-технического прогресса в СССР. Она характеризовалась внедрением методов химической технологии, химического сырья, материалов и изделий из них в материальное производство в целях его интенсификации и роста эффектив-

ности и в непроизводительную сферы для улучшения условий и повышения уровня медицинского, культурного и бытового обслуживания населения.

12.4. Проблемы и пути развития химии

Несмотря на впечатляющие успехи, полученные химией, считать ее развитие законченным или беспроблемным нет оснований.

Одной из проблем, требующих своего разрешения, является проблема катализа.

По катализу написаны тысячи трудов, но теории катализа, раскрывающей его суть, до сих пор нет. Поэтому выбор состава катализаторов для определенной реакции является очень сложной проблемой, решаемой пока эмпирическим путем. По этому поводу академик Н.Н.Семенов в 1933 г. высказал и в 1977 г. подтвердил такую мысль:

«Прошло сто лет со времени открытия каталического действия; и вот сейчас ученые так же мало понимают, почему вообще идет катализ, как это было сто лет назад. Не понимая самой сути явления, мы, естественно, не можем дать никаких указаний о рациональном выборе катализатора, и технически не остается ничего другого, как находить нужный катализатор, пробуя тысячи веществ в том порядке, как они стоят на полках химической лаборатории».

Это положение сохранилось поныне.

Были выдвинуты различные теории катализа, которые сами по себе носили более предположительный и постулативный характер. Так, в конце 20-х годов появилась мультиплетная теория катализа, согласно которой важное значение имели формы поверхностей реагирующих молекул и молекул катализатора. В 50-е годы была разработана электронная теория катализа, учитывающая зависимость каталических реакций от расположения энергетических зон и локальных уровней электронов, работы выхода электрона и т.п. В 1939 г. было выдвинуто предположение о существовании на поверхностях катализаторов особых активных центров, представляющих собой ребра, углы или различные дислокации (нарушения) кристаллических структур. Но все это мало помогает в направленном выборе катализаторов.

Представляется, что основные трудности в рассматриваемой проблеме, как и во многих других случаях, связаны с тем, что химики не представляют себе механизма катализа, поскольку нет представления о структуре атомов и молекул, нет представления о физической сущности сил межмолекулярных взаимодействий.

Однако существуют и другие проблемы.

Пока еще не найдены закономерности, связанные с изменением химических и физических свойств веществ при высоких давлениях, не разработана термодинамика сверхвысоких давлений. Разработка теории этих процессов переносится в XXI в. То же относится и к магнетохимии, которая не вышла еще на промышленный уровень. До настоящего времени реакции при высокой напряженности поля проводились только с минимальным количеством веществ. Однако специалисты считают возможным использование полученных результатов, например, в гетерогенном катализе.

В самом начале находится теория управления химическими процессами. Мно-

гие химические реакции не удается осуществить только потому, что их исключительно трудно остановить вовремя или ввести в желаемое русло. Множество структурно-химических факторов, непосредственно влияющих на скорость процессов, не приведено в систему, и это ждет своих исследователей.

Но в подобном же положении находятся и все новые направления химии – радиационная химия, лазерная химия и все остальные. В них накоплен и продолжает накапливаться богатый экспериментальный материал, но теорий этих направлений до сих пор практически нет, их нужно создавать, иначе поиск нужных результатов осуществляется вслепую.

Отдельно нужно сказать о проблеме утилизации отходов химических предприятий, о создании замкнутых технологий, о комплексном безотходном использовании всех химических материалов на химических комбинатах. Экологические проблемы становятся одними из важнейших, и химическое производство должно приобрести соответствующий вид.

Таким образом, в химии, как и во многих других областях науки, имеется широкое поле деятельности для грядущих поколений исследователей.

Литература к главе 12.

1. Азимов А. Краткая история химии. М., Мир, 1983, 190 с.
2. Быков Г.В. История органической химии. М., Наука, 1978, 375 с.
3. Джуа М., История химии. Пер. с итал. М., Мир, 1975, 452 с.
4. Краснов К.С. Молекулы и химическая связь. М., Высшая школа, 1977, 280 с.
5. Кузнецов В.И. Диалектика развития химии. М., Мир, 1973, 477 с.
6. Меншуткин Н.А. Очерк развития химических воззрений. Спб, 1888.
7. Штрубе В. Пути развития химии. М., Мир, 1984. Т. 1 –240 с.; т. 2 – 280 с.
8. Эрдеи-Груз Т. Основы строения материи. М., Мир, 1976, 438 с.

Глава 13. БИОЛОГИЯ

«Природа производит все ради чего-нибудь и не делает ничего лишнего».
Аристотель. Физика

13.1. Становление традиционной биологии

Биология – совокупность наук о живой природе. Предмет изучения биологии – все проявления жизни: строение и функции живых существ и их природных сообществ, их распространение, происхождение и развитие, связи друг с другом и с неживой природой. Задачи биологии состоят в изучении всех биологических закономерностей, раскрытии сущности жизни и ее проявлений с целью познания и управления ими.

Основными методами биологии являются:

- *наблюдение*, позволяющее описать биологическое явление;
- *сравнение*, дающее возможность найти закономерности, общие для разных явлений (например, особей одного вида, разных видов или для всех живых существ);
- *эксперимент* или опыт, в ходе которых исследователь искусственно создает ситуацию, помогающую выявить глубже лежащие свойства биологических объектов;
- *исторический метод*, позволяющий на основе данных о современном органическом мире и его прошлом познавать процессы развития живой природы.

Биология прошла длительный путь развития.

В древние времена, до Аристотеля, т.е. до IV в. до н.э. биологические науки занимались исключительно накоплением фактов. Вопрос о причинах явлений едва затрагивался, а чаще совершенно не возникал. Отдельные попытки объяснить наблюдаемые явления отличались фантастическим, произвольным и ненаучным характером. Бедность фактов, отсутствие научных методов составляют характерную черту биологических наук в древнем мире.

Первая попытка положить основание научного подхода к биологическим наукам принадлежит Аристотелю, который собрал накопившийся до его времени фактический материал и дополнил его множеством собственных наблюдений. Существенную помощь ему оказал его ученик Александр Македонский, доставивший Аристотелю богатый зоологический материал из своих походов. Аристотель не ограничился описанием внешнего вида животных, но стремился изучать их строение, психическую жизнь, историю развития. Многие его наблюдения подтвердились в новейшее время.

Аристотель сделал первую попытку классификации животных, и его система классификации стоит гораздо выше, чем системы его преемников. Животное царство Аристотель разделил на две большие группы: имеющих кровь и лишенных крови.

Имеющие кровь подразделяются им на: четвероногих живородящих, птиц, четвероногих и безногих яйцеродящих, безногих живородящих (киты) и рыб.

Лишенные крови подразделяются на: мягких (головоногие), мягкокожих многоногих (раки), многоногих членистых (все остальные членистоногие) и раковинных безногих (раковинные моллюски и морские ежи). Кроме этого он указывал на ряд групп, являющихся переходными между ними.

В области другой ветви биологической науки – ботанике Аристотель также был первым действительным ученым – ботаником. К сожалению, главный труд Аристотеля в этой области – «Теория растений» не сохранился. Однако некоторые сохранившиеся фрагменты его полны метких, высокоценных замечаний. Он высказывает поразительно верные взгляды на сходство зародышей животных с зародышами растений, различает их половое и вегетативное размножение. Крупным недостатком биологических воззрений Аристотеля является то, что для объяснения строения и ряда процессов, протекающих в животном и растительном мирах, он прибегает к ненаучному понятию целесообразности.

С Аристотелем прекращаются в древности попытки сколько-нибудь научного изучения биологических объектов. Единственное значительное сочинение по естественной истории в древности после Аристотеля принадлежит Плинию Старшему (I в. н.э.), но оно представляет собой лишь компиляцию из сочинений Аристотеля, без критики, часто с неверным пониманием подлинника, со множеством басен. Принятое Плинием деление животных на сухопутных, водяных и летающих – чисто искусственное. Только Теофраст оставил два полезных труда – «Историю растений» и «Причины растений», в которых он внес в изучение растений идеи, совершенно свободные от предрассудков того времени и в которых он утверждал, что природа действует сообразно своим собственным законам, а не с целью быть полезной человеку.

Общий упадок науки в средние века отразился и на биологических науках. Лишь в XIII в. наблюдается некоторое оживление благодаря арабским ученым, оригинальные сочинения которых и, главным образом, переводы Аристотеля возбуждали интерес к науке. В Европе в это время появляются переводы Аристотеля с арабского.

После XIII в. наступает некоторое затишье, но появляются переводы выдающихся сочинений на живые языки, основываются многочисленные университеты, книгопечатание облегчает распространение сочинений по естественной истории.

Значительный подъем биологических наук наблюдается в XVI веке. Великие географические открытия обогатили науку множеством новых фактов и возбудили интерес к самостоятельным исследованиям. Большое значение имеет применение микроскопа, изобретенного в конце XVI в., открывшего целый мир. Впервые французский натуралист Стелутти применил микроскоп при изучении строения пчелы, а Мальпити (1628–1694) применил к изучению строения животных скальпель, иглы и мацерирование (размачивание тканей в различных жидкостях, чтобы ослабить связь между клетками и получить возможность изучать ткани отдельно друг от друга). Это позволило ему дать полное описание строения насекомых. Он же с помощью лупы исследовал развитие куриного яйца. С помощью микроскопа Левенгук (1632–1723) открыл микроскопические организмы, кровяные шарики, описал семянные тельца, открытые лейденским студентом Гаммом.

Джон Рэ (1628–1678) установил понятие вида, подготовив обновление систе-

матики животных. В конце XVII – начале XVIII вв. совершается ряд путешествий с научной целью в различные страны, доставившие обильный биологический материал. Появляются богатые коллекции растений и животных, чему способствовало использование спирта для сохранения биологических объектов. Обильный и быстро растущий фактический материал делал необходимым приведение его в порядок и создание научной классификации животных и растений.

В биологических науках господствовали две основных концепции: во-первых, ***креационизм*** – учение о сотворении мира Богом из ничего и неизменности видов живых организмов, во-вторых, ***эволюционизм*** – учение, согласно которому виды животных и растений не являются неизменными, и все ныне существующие или существовавшие ранее организмы произошли путем длительного изменения и развития от прежде существовавших организмов.

Концепция неизменности видов просуществовала в науке до середины XIX в. Среди последователей этой концепции было немало выдающихся ученых, внесших вклад в биологические науки. Ниже дадим краткую характеристику работ только некоторых из них – Гарвея, Галлера, Бонне, Линнея и Кювье.

Уильям Гарвей (1578–1657) – английский врач и анатом в 1629 г. опубликовал в книге «Экспериментальная анатомия сердца и сосудов у животных» свои взгляды на кровообращение, положившие начало современной физиологии.

До Гарвея в европейской науке в этом вопросе царствовали идеи древних врачей, главным образом, Галена (130–200 г. н.э.) Предполагалось, что в организме существует два рода крови – грубая, которая разносится венами из печени по всему телу, служащая для питания организма, и одухотворенная, которая движется по артериям и снабжает тело жизненной силой. Часть крови передается венами через сердце и легкие в артерии, в свою очередь артерии снабжают вены «духом». Это не мешает каждому роду крови сохранить свое независимое движение в своей независимой системе сосудов.

Несмотря на открытия анатомов Везалия, Сервета, Коломбо и др., эти воззрения, принимая все более запутанную, туманную форму из-за противоречий, вносимых новыми исследованиями, господствовали в науке. Лишь Гарвей разом рассеял этот хаос, заменив его точным законченным учением о вечном круговороте крови. В его книге нет и следа априорных рассуждений (постулатов), которыми были переполнены сочинения физиологов и врачей до Гарвея, в ней каждая деталь процесса кровообращения прослежена многочисленными вивисекциями и вскрытиями животных. Гарвею пришлось выдержать жестокую атаку поклонников клинической древности. 10 лет он был одинок среди врагов.

В последние годы жизни Гарвей занимался эмбриологией и издал в 1651 году первый систематический и законченный трактат, где показал, что животные, как и яйцеродящие, развиваются из яйца, дав формулу «Omne animal et ovo» – все живое из яйца.

Продолжатель Гарвея Альбрехт Галлер (1708–1777) – швейцарский естествоиспытатель и поэт. Весьма значительны его заслуги в анатомии, физиологии и эмбриологии.

В физиологии он пополнил учение Гарвея о кровообращении в части течения крови в капиллярах и установил более правильное воззрение на механическую и

химическую сторону дыхания. В эмбриологии он проводил наблюдения над развитием зародыша в яйце. Выступал в защиту преформизма – учения о наличии в половых клетках материальных структур, предопределяющих развитие зародыша и его органов, против эпигенеза – учения, согласно которому в процессе развития зародыша происходит постепенное и последовательное образование органов из бесструктурной субстанции яйца. Особенно важными были его опытные исследования нервов и мышц.

Галлер разработал систему классификации растений, построенную на внешнем виде, естественном родстве и на отношениях их органов оплодотворения. Эта классификация не получила поддержки у других ученых.

Сторонником преформации был, в частности, Шарль Бонне (1720–1793) – выдающийся швейцарский естествоиспытатель и философ. Он сформулировал общность бесполого размножения и отметил, что половое размножение увеличивает разнообразие. Бонне выяснил противоположность между органическими и неорганическими телами природы.

Свои философские взгляды, в которых господствовал материалистический подход к природе, он соединял в одно целое со своими религиозными убеждениями.

Огромную роль в развитии биологических наук сыграл Карл Линней (1707–1778) – знаменитый шведский естествоиспытатель, один из основателей Стокгольмской академии наук и ее первый президент. Линней написал четыре книги по систематизации растений – «Основания ботаники», «Философия ботаники», «Роды растений» и «Виды растений». В 1758 г. им был создан труд «Система природы».

Научные заслуги Линнея заключаются прежде всего в том, что он ввел точную терминологию в описания растений и животных. До него описания отличались такой неопределенностью, что точное определение животных и растений было невозможно, а при описании новых форм невозможно было решить, что действительно данная форма не была описана ранее.

Другая важная заслуга Линнея – введение двойной номенклатуры, при которой каждый вид обозначается двумя терминами – названием рода и названием вида.

Следующая заслуга Линнея – введение систематизации и классификации животных и растений. Линней точно определил отношение между различными систематическими группами (классом, отрядом, родом, видом и разновидностью), до него эти названия употреблялись неправильно, с ними не связывалось определенных представлений, в связи с чем каждый ученый имел собственное представление об этих понятиях, что не позволяло провести классификацию животного и растительного мира. Проводя реформы в систематике, Линней привел в порядок весь накопившийся материал, находившийся в хаотическом состоянии, и тем способствовал дальнейшему росту научных знаний. Однако против классификации Линнея с острой критикой выступали Галлер и ряд других ученых.

Одним из последних крупных ученых, придерживающихся концепции неизменности видов в форме теории катастроф был Жорж Кювье (1769–1832) – знаменитый французский естествоиспытатель, самый знаменитый зоолог конца XVIII – начала XIX вв., создавшим труд «Царство животных» (1817). Особенно ценны заслуги его в области сравнительной анатомии. Им был выявлен закон

соотношения органов, в силу которого изменение одного органа непременно влечет за собой изменение и ряда других органов.

Кювье установил понятие о типах и значительно улучшил классификацию животного царства. Важное значение имели исследования Кювье над ископаемыми позвоночными, в изучении которых он с большим успехом применил принципы сравнительной анатомии.

Кювье был сторонником постоянства вида и главным противником последователей теории эволюции – Ламарка, Сент – Клера и других. Он одержал над ними верх в публичном споре в Академии и тем закрепил в науке ошибочное представление о неизменности вида.

Исследования Кювье над ископаемыми животными привели его к теории катастроф, по которой каждый геологический период заканчивался громадным переворотом, катастрофой, при которой на Земле погибало все живое и новый органический мир возникал путем нового творческого акта.

На смену концепции неизменности видов пришла концепция изменчивости видов – теория эволюции. Дадим краткую характеристику работ трех ученых, придерживавшихся этой концепции, – Бюффона, впервые высказавшего ее, Ламарка и Дарвина, являвшихся авторами двух противостоящих друг другу теорий эволюций видов.

Жорж Бюффон (1707–1788) – знаменитый французский ученый в области естественных наук. В 1739 г. он был назначен интендантом королевского ботанического сада, и с той поры его деятельность была посвящена естественным наукам. В отличие от Линнея, поставившего перед собой задачу создания формальной науки, систематизации и классификации, Бюффон поставил своей задачей изучение образа жизни животных. Важнейшая заслуга Бюффона состоит в том, что он положил конец смешению теологии с естествознанием, и то, что он впервые в ясной форме высказал мысль об изменяемости видов под влиянием условий среды обитания, отстаивая ее в противовес взглядам Линнея о постоянстве видов и учению о сотворении мира Богом. Бюффон также впервые высказал представления о развитии земного шара и его поверхности, о единстве плана строения органического мира. Бюффон – автор «Естественной истории животных» в 24 томах, которую он создавал с 1749 по 1782 г. В ней рассмотрены млекопитающие, птицы и большая часть рыб. Некоторые главы посвящены антропологии и минералогии. Бюффон также автор работ по лесному хозяйству и о необходимости сбережения и восстановления лесов.

Жан Ламарк (1744–1829) – французский естествоиспытатель, один из важнейших предшественников Дарвина. Он первым вполне ясно и определенно высказался в пользу изменчивости видов. Понятие вида он считал ограниченным по времени периодом, пока внешние условия остаются неизменными. Ему принадлежит бесспорная заслуга первой постановки эволюционной теории на научную почву. На первое место он ставил привычки и образ жизни животного, влияние упражнения и не упражнения органов и влияние внешних условий и наследственности, которые закрепляют наступившие изменения. Труд Ламарка «Естественная история растений» (1803) был построен на идее развития от простого к сложному.

Изменчивость видов под влиянием изменения привычек и внешних условий Ламарк считал безграничной, а следствием изменений в строении животных, закрепляемых наследственностью, является все большее их расхождение.

Чарльз Дарвин (1809–1872) – знаменитый английский естествоиспытатель. В течение 5 лет (1831–1836) он совершил кругосветное путешествие на корабле «Бигль», во время которого ознакомился с природой во всем ее бесконечном разнообразии, собрал богатейшие коллекции представителей животного мира разных районов Земли. В 1839 г. после знакомства с трудами Мальтуса у него отчетливо сформулировалась идея естественного отбора. В 1842 и 1844 гг. он составил первый набросок своей теории, после чего 12 лет собирал и обрабатывал материал, и только в 1856 г. начал составлять свой знаменитый труд «Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь», напечатанный в 1859 г. В этой книге была тщательно разработана теория происхождения видов, которая опиралась на громадное число фактов, объяснялось множество ранее загадочных явлений и указывались пути дальнейших исследований. Дарвин показал, что виды растений и животных не постоянны, а изменчивы, что существующие ныне виды произошли естественным путем от других видов, существовавших ранее, наблюдаемая в живой природе целесообразность создавалась и создается путем естественного отбора полезных для организма ненаправленных изменений. В 1868 г. Дарвин опубликовал второй капитальный труд – «Изменение домашних животных и культурных растений», а в 1871 г.– третий большой труд по теории эволюции – «Происхождение человека и половой отбор», где он рассмотрел многочисленные доказательства животного происхождения человека. Эта теория, получившая название «дарвинизм», произвела беспримерное в истории науки впечатление.

В основе теории Дарвина лежит представление о том, что эволюция организмов осуществляется в результате взаимодействия трех основных факторов – изменчивости, наследственности и естественного отбора. ***Изменчивость*** служит основой образования новых организмов. ***Наследственность*** закрепляет эти признаки. Под действием ***естественного отбора*** устраняются организмы, не приспособленные к условиям существования.

Принцип естественного отбора оказался настолько сильным, что накопленные в дальнейшем знания в биологии, в том числе и в современной, не смогли существенно его изменить.

Почти все работы Дарвина после 1859 г. представляют собой дальнейшую разработку теории дарвинизма применительно к разным вопросам биологии. В частности, в 1871 г. им была написана книга «Происхождение человека и подбор по отношению к полу» (иначе – половой отбор), в первой части которой разбирается вопрос о происхождении человека от низшей обезьяноподобной формы, во второй части – теория «полового подбора», согласно которой особенности, свойственные только самцам, произошли в силу борьбы или соперничества между ними, так как только сильнейшие и красивейшие имеют больше шансов овладеть самками и оставить потомство.

Выделим различие во взглядах Ламарка и Дарвина на причину эволюции. Учение Ламарка (ламаркизм) по словам некоторых ученых, является болезнью,

чумой биологии. Естественному отбору в результате борьбы за существование ламаркизм отводит второстепенное значение или даже отвергает его.

Дарвинизм, в противоположность ламаркизму, именно в естественном отборе видит главный фактор эволюции. Крайние дарвинисты во главе с Вейсманом совершенно отвергают значение влияния внешней среды и упражнения органов.

Центром спора между двумя школами является вопрос о происхождении вариаций и, в частности, вопрос о возможности наследственной передачи индивидуально приобретенных признаков. Для ламаркистов такая передача – главный источник вариаций и эволюции. Напротив, Вейсман совершенно отвергает передачу по наследству индивидуально приобретенных особенностей, а источником вариаций, согласно своей теории наследственности, признает смешение «зародышевых плазм» при половом размножении, обусловливающее новые комбинации зародышевой плазмы или, говоря современным языком, генов. Происходящие таким образом вариации служат материалом для создания новых видов путем естественного отбора.

Господствующим направлением к концу XIX в. стал дарвинизм, хотя и не в такой резкой форме, как у Вейсмана.

В XVIII и XIX столетиях рядом ученых были созданы фундаментальные труды в области традиционной биологии, и поныне считающиеся классическими. Это 44 томный труд французского естествоиспытателя Ж.Бюффона и его соавторов «Естественная история»,фундаментальный трехтомный труд немецкого зоолога А.Брема «Жизнь животных» (1876–1877), труды немецкого биолога Э.Геккеля «Общая морфология организмов» (1866), «Естественная история миротворения» (1868), «Систематическая филогения» (1894–1896), ряд работ по биогеографии отечественных исследователей – С.П.Крашенинникова (1711–1755), П.С.Палласа (1741–1811), И.И.Лепехина (1740–1802), Н.Я.Озерцовского (1780–1811) и других.

Таким образом, XVIII– XIX столетия – это эпоха бурного развития традиционной (описательной) биологии, накопления новых данных и систематизация накопленного материала, начало изучения клеточного материала и первые попытки изучения механизма наследственности.

Созданная трудами поколений естествоиспытателей так называемая традиционная биология привела к комплексному, или системному, подходу к исследованию природы в целом, позволила видеть неискаженные вмешательством человека царящие в ней законы, выявлять те отличия одного явления от другого, которые и создают представления об их разнообразии и одновременно об их сходстве. Эта традиционная биология не только не утратила своего значения в наши дни, но, наоборот, приобрела еще большее значение. Это подтверждается не только тем, что относительно недавно вышли такие фундаментальные труды, как «Жизнь животных» (1962–1973) или «Жизнь растений» (1974–1982) – плод изучения фауны и флоры, фитогеографии и зоогеографии, подтверждающие неиссякаемую жизнеспособность традиционной натуралистской биологии. Важным доказательством этого является то, что экология (от греч. oikos – жилище) занимает сегодня чуть ли не господствующее положение во всем естествознании.

Однако при всем этом необходимо отметить, что биология остро нуждалась в понимании механизмов, позволяющих понимать глубинную суть ее проблем.

Поэтому от описательной традиционной биологии исследователи вынуждены были перейти к изучению физиологии животных, процессов жизнедеятельности организмов в целом и их отдельных органов, от них – к жизнедеятельности клетки, от клетки – к генному механизму, обеспечивающему ее воспроизведение. И таким образом, исследования живого организма вплотную приблизились к пониманию процессов жизнедеятельности на молекулярном уровне.

Сегодня к группе биологических наук относится множество наук, изучающих растительный и животный мир Земли. Это и науки, изучающие крупные группы представителей растительного и животного мира, например ***орнитология*** – наука, изучающая птиц вообще, ***гельминтология*** – наука, изучающая паразитических червей (глистов) и вызываемые ими заболевания, ***маммология*** – наука, изучающая млекопитающих, ***микология*** – наука о грибах. Это и науки, изучающие отдельные виды: ***кинология*** – наука о собаках, ***иппология*** – наука о лошадях и другие. Это также науки, изучающие отдельные процессы, протекающие в живых организмах или частях организма. Например, ***гематология*** – наука, изучающая состав, свойства и болезни крови, ***цитология*** – наука, изучающая строение клеток живых организмов – растительных и животных, ***генетика*** – наука, изучающая явления наследственности и ее изменчивости, а также многие другие.

Перечислять науки, входящие в круг биологических, вряд ли нужно – их множество.

13.2. Проблема зарождения жизни

В биологии несколько особняком стоит проблема зарождения жизни как таковой. Эта проблема носит более общефилософский характер, нежели непосредственно прикладной, поэтому развитие основных направлений биологии практически не зависело от состояния указанной проблемы. Интерес к ней никогда не угасал, тем более что ответ на вопрос так и не был найден.

По определению Ф.Энгельса, данному им в его «Диалектике природы» в конце 70-х годов прошлого столетия, «Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит по своему существу в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел» (Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., 2 -е изд., т. 20, с.82). Это определение верно, но недостаточно, поскольку оно не раскрывает ни причин, ни сущности механизма этого самообновления.

На протяжении тысячелетий происхождение жизни объяснялось творческим актом высшего существа – Бога. Этот процесс разными религиями описывался по-разному, но его суть сводилась к одному: земная жизнь, включая самого человека, своим происхождением обязана Богу, его воле и усилиям. Происхождение самого Бога не рассматривалось, поднимать этот вопрос считалось неэтичным.

Развитие материалистического подхода во всех областях естествознания привело и здесь к многочисленным попыткам разрешить проблему на путях самодвижения материи и, следовательно, самозарождения жизни в соответ-

ствующих благоприятных условиях или ее вечного существования и преобразования из одной формы в другую.

Все концепции о возникновении жизни, можно разделить на пять групп:

1) ***креационизм*** – божественное сотворение живого;
2) ***концепция многократного самопроизвольного зарождения жизни*** из неживого вещества;
3) ***концепция происхождения жизни на Земле в далеком прошлом*** в результате благоприятного сочетания физических и химических процессов;
4) ***концепция стационарного состояния***, в соответствии с которой жизнь существовала всегда;
5) ***концепция панспермии*** – внеземного происхождения.

Креационизм

Библия утверждает, что живое сотворил Бог одновременно и в законченном виде. Неживое отличается от живого тем, что некая сверхестественная сила заложила в мертвое, неодушевленное тело второе внутреннее существо – душу, которая и оживила это тело. Неживое становится живым, пока в нем есть душа. Смерть связана с отходом души от тела.

Несмотря на всю материалистичность современной науки, к вопросу о внутренней энергетике химических реакций вообще и жизни в частности, к связи этой энергетики с энергетическими процессами в космосе следовало бы отнестись более внимательно. Если креационизм перевести на материалистическое истолкование его положений, то это выглядело бы так: природа («Бог») сотворила все живое, вложив в нее необходимую для обеспечения процессов энергетику («душу»). Иссякание этой энергетики по тем или иным причинам приводит к остановке жизненных (физико-химических) процессов, т.е. к смерти, так же, как и нарушение самих этих процессов может привести к иссяканию энергетики.

Концепция многократного самозарождения жизни

Революционные открытия Н.Коперника и Г.Галилея, объяснившие законы движения небесных тел, лишили Землю ее исключительности, пошатнули веру в Бога и в положения Библии о сотворении мира, а значит, и жизни. Возник вопрос об ее истоках.

Некоторыми исследователями поднимался вопрос о «жизненной силе», способствующей самопроизвольному зарождению микроорганизмов в подходящих условиях, и даже о том, что эта таинственная сила способна соединять «осколки трупов» и восстанавливать их к жизни.

О принципиальной возможности зарождения живого вещества из неживого высказывался в начале XIX столетия известный французский естествоиспытатель Жан Ламарк. Согласно Ламарку материя, лежащая в основе всех природных тел и явлений, абсолютно инертна. Для ее «оживления» необходимо внесение в нее движения извне. Живое возникло из неживого на основе строгих причинных зависимостей, и в ней нет места случайности. Наиболее простые организмы появились и ныне возникают из «неорганизованной» материи (самозарождение) под влиянием проникающих в нее флюидов (теплорода, электричества). По его мнению, неорганические вещества образовывали «полужидкие тела весьма не-

плотной консистенции», которые затем «... преобразовались в клетчатые тела, обладающие вместилищами с заключенными в них жидкостями, и получили первоначальные черты организации».

На подобной же точке зрения стоял английский физик Джон Тиндаль.

Однако работами французского микробиолога и химика Луи Пастера (1822–1895) позже было доказано, что если в среде, подвергнутой стерилизации (пастеризации) изначально не содержится микробов, то в любых условиях и при любой продолжительности опытов самозарождения жизни не происходит.

Одна из принципиальных ошибок в рассуждениях о самозарождении жизни заключается в упрощенном подходе к этой проблеме. Жизнь может возникнуть только в результате длительной эволюции материи.

Концепция происхождения жизни на Земле в далеком прошлом

Мысль о возможности зарождения жизни в далекие времена при формировании Земли высказал в 1883 г. английский естествоиспытатель Томас Гексли: «...в те далекие времена... представилась бы картина возникновения живой протоплазмы из неживой материи, таких веществ, как углекислый аммоний, оксалаты, тартраты, фосфорнокислые соли и вода...».

Почти за столетие (от середины XIX до середины XX в.) ученые сделали очень немного для постижения «мировой загадки» происхождения жизни, в результате чего к 20-м годам нашего века к этой проблеме сложилось отрицательное отношение как к вопросу, на который не стоит тратить время. Но к 60-м годам отношение изменилось, и ученые вновь вернулись к этой проблеме благодаря существенным продвижениям в области биологии. В 1966 г. академик А.И.Опарин обратил внимание на существо закономерной эволюции углеродистых соединений, вместе с водородом они способны к формированию огромных полимерных молекул, которые сочетают огромную температурную стойкость с чрезвычайно высокой химической активностью и способностью к дальнейшему развитию боковых ветвей. Опарин полагал, что не только на Земле имелись на ранней ее стадии подходящие условия, но и на многих планетах Вселенной такие условия имеются и сегодня. Поэтому жизнь распространена во Вселенной повсеместно и зарождается непрерывно. На Земле же она возникла порядка 3,5–3,8 млрд. лет назад.

Многими учеными-биологами подобная точка зрения была поддержана, и даже предприняты усилия по созданию в лаборатиях «подходящих условий». Однако пока что никто из них воспроизвести «жизнь в пробирке» не сумел, несмотря на привлечение к этой проблеме широкого арсенала физических и химических средств. Одной из причин этого является непонимание до сих сущности самой жизни, которая, по всей видимости, является не только совокупностью химических реакций, но и совокупностью энергетических и информационных процессов, связанных с соответствующими процессами во Вселенной.

Концепция стационарности жизни

По мнению ряда ученых, жизнь существует во Вселенной извечно и будет существовать всегда. На такой точке зрения стоял академик В.И.Вернадский. По его мнению, жизнь в самых примитивных формах существует повсеместно во

Вселенной, но только попав в благоприятные условия, она начинает долгий путь эволюционного развития.

Это подтверждается обнаружением самых простейших организмов (простейших микробов, водорослей, спор) в геологических отложениях с возрастом свыше 3,5 миллиарда лет.

Концепция панспермии

Панспермия в переводе с греческого означает «семя, охватывающее все». Согласно этой концепции жизнь во Вселенной существует извечно. Живая субстанция переносится от одной планеты к другой, не теряя жизнеспособности. Мировое пространство наполнено спорами микроорганизмов, которые под давлением световых лучей разносятся по всей Вселенной. За время путешествия в космическом пространстве, в вакууме и при крайне низкой температуре споры не погибают, а, попав на другой планете в подходящие условия, дают начало новым формам жизни. Концепция панспермии отрицает возможность самозарождения жизни и самопроизвольный переход неорганической материи в органическую.

Эта гипотеза в конце XIX столетия была выдвинута шведским физико-химиком Сванте Аррениусом, считавшим, что жизнеспособные споры могут с поверхности планет выноситься в мировое пространство, например, путем вулканических выбросов и т.п., а далее переноситься во Вселенной с огромными скоростями и проникать во все ее уголки.

Одним из главных возражений против гипотезы было представление о невозможности сохранения жизнеспособности в условиях космических перелетов. Однако поставленные эксперименты охлаждения простейших микроорганизмов до температуры жидкого азота и жидкого гелия подтвердили, что они жизнеспособность сохраняют, тем более если они находятся в споровом состоянии, т.е. покрываются защитной оболочкой.

В 1971 г. английский профессор Фрэнсис Крик, один из первооткрывателей структуры носителя наследственной информации, выдвинул ошеломляющую гипотезу о направленной панспермии. Речь идет о «посевах жизни» на нашей планете представителями высокоорганизованных существ.

Были выдвинуты и иные положения. Но все они требовали признания гипотезы о вечном существовании Вселенной, а это вошло в противоречие с положениями теории относительности А.Эйнштейна о «Большом взрыве», согласно которой Вселенная образовалась всего 15 млрд. лет тому назад путем взрыва «сингулярной точки», в которой до этого была сосредоточена вся масса Вселенной. На этом основании концепция панспермии дальнейшего развития не получила.

Обилие концепций происхождения жизни наглядно демонстрирует широкие возможности фантазирования и выдвижения многочисленных, даже взаимоисключающих гипотез по поднимаемой проблеме, если знания о самом предмете, в данном случае – сущности жизни, недостаточны. Можно с уверенностью сказать, что пока в вопросе о сущности самой жизни не наступит понимания, ни одна из гипотез об ее происхождении не будет выглядеть правдоподобной.

13.3. Антропогенез

13.3.1. Проблема антропогенеза

Антропогенез – процесс историко-эволюционного формирования физического типа человека – на протяжении веков был предметом ожесточенных дискуссий. Задачей антропогенеза является исследование факторов, путей и закономерностей этого процесса, роли в нем трудовой деятельности, речи, а также общества. Последнее особенно важно, ибо человек – общественное животное, а если в силу каких-либо причин он оказывается вне общества, то он становится просто животным, мало чем отличающимся от остального животного мира.

К главным проблемам антропогенеза относятся: место (прародина) и время появления древнейших людей, непосредственные предки человека, основные стадии антропогенеза на различных его этапах, соотношение эволюции физического типа человека с историческим прогрессом его культуры, развитием первобытного общества и речи.

Антропогенез является основной частью ***антропологии*** – общего учения о происхождении и эволюции человека, образования человеческих рас и о нормальных вариациях физического строения человека. В антропологию включают обычно кроме естественной истории человека также эволюционную морфологию человека (учение об изменениях в строении человеческого тела в связи с его развитием), этнографию (учение о развитии народов) и археологию (науку, изучающую прошлое человечества по вещественным источникам). К решению проблем антропогенеза привлекаются и другие близкие науки – эмбриология, приматология, палеонтология приматов, психология и физиология, геология и даже лингвистика (языкознание).

Истоки дискуссии об антропогенезе уходят в отдаленные времена. На жажде познания человека объяснить свое происхождение создавались все мировые религии, которые пытались связать обрывки знаний о мире и человеке в какую-то единую систему, в которой нехватка знаний восполнялась фантазией. Но элементы материалистического мировоззрения проникли в антропогенез лишь после эпохи реакционного средневековья. Отражением этого мировоззрения в биологии явились попытки создания теории эволюции органического мира.

Методологической основой анализа и синтеза материалов, привлекаемых к решению проблем антропологии, служит эволюционное учение Ч.Дарвина и, главное, диалектико-материалистическая философия и ее конкретное выражение – трудовая теория антропогенеза, разработанная Ф.Энгельсом. Ее центральная идея заключается в том, что в процессе антропогенеза основным фактором прогрессивного эволюционного и исторического развития человека была трудовая деятельность, осуществляемая коллективно на различных стадиях становления общества.

Проблема антропогенеза относится к числу сложнейших естественнонаучных и философских проблем.

Биологический (естественнонаучный) аспект проблемы заключается в происхождении и эволюции рода Homo, в определении места человека разумного в животном мире, его родстве с другими приматами и особенно с ближайшими родичами – современными человекообразными обезьянами. Речь здесь идет об эволюции человека как биологического вида и факторах, которые обусловили этот процесс.

Философская сторона проблемы состоит в возникновении качественно нового существа в истории органического мира – человека мыслящего, наделенного сознанием и речью, в проявлении социальных институтов – труда, общественного производства, общества со всеми присущими ему атрибутами.

В настоящее время существуют пять точек зрения на проблему антропогенеза:

- человек сотворен Богом (креационизм);
- человек произошел от общих с обезьяной предков благодаря накапливанию биологических изменений (биологическая концепция);
- в превращении обезьяноподобных предков в человека решающую роль сыграли изготовление и использование орудий труда (трудовая концепция);
- приматы превратились в человека вследствие различных аномалий (мутационная концепция);
- к появлению человека причастны космические пришельцы (космическая концепция).

13.3.2. Креационизм в антропогенезе

Самые первые ответы на вопрос «Как возник человек?» дала религия.

Шумерский религиозный миф повествует о том, как боги, выпив много вина, стали мять глину и после нескольких неудачных проб, породивших неполноценных людей – бесплодных и бесполых, добились наконец удачи, вылепив сильных и разумных мужчин и женщин, во всем подобных богам, но лишенных бессмертия.

Австралийский религиозный миф говорит о самозарождении «инопатуа» – кучки беспомощных существ со склеенными пальцами и зубами, закрытыми ушами и глазами. Но тотемный предок «ящериц» пришел с севера и каменным ножом отделил человеческие зародыши друг от друга, прорезал им глаза, уши, рот, нос, пальцы... , научил добывать огонь трением, готовить пищу, дал им копье, бумеранг, каждого снабдил чуритой (хранительницей души), разделил людей на брачные классы.

Сюжет третьего древнегреческого религиозного мифа о появлении первого человека предельно прост: «Поселились боги на Олимпе, и стали рождаться от богов люди».

Мировые религии (буддизм, христианство и ислам) тоже содержат различные описания акта творения человека Богом. Так в Библии, священной книге христиан, говорится:

«И сказал Бог: сотворим человека по образу Нашему и по подобию Нашему; и да владычествуют они над рыбами морскими и над птицами небесными, и над скотом, и над всею землею, и над всеми гадами, пресмыкающимися по земле. И

сотворил Бог человека по образу Своему, по образу Божию сотворил его; мужчину и женщину сотворил он. И благословил их... И создал Господь Бог человека из праха земного, и вдунул в лице его дыхание жизни, и стал человек душою живою».

Священная книга мусульман Коран содержит более детальное, чем Библия, описание процесса создания человека:

«...Мы уже создали человека из эссенции глины, потом поместили мы его каплей в надежном месте, потом создали из капли сгусток крови и создали из сгустка крови кусок мяса, создали из этого куска кости и облекли кости мясом, потом Мы вырастили его в другом творении,– благословлен же Аллах, лучший из творцов!»

Согласно буддизму все в мире является следствием движения дхарм – нематериальных частиц. Сталкиваясь друг с другом, они образуют временные соединения в виде живых существ и неодушевленных предметов. Одной из таких комбинаций дхарм является человек.

Противоречивость религиозных теорий побудила к поиску других объяснений происхождения людей. Необходимость новых гипотез антропогенеза была вызвана также тем, что ряд фактов не вписывался в религиозную картину сотворения человека.

Во-первых, в результате случайных находок и целенаправленных поисков были обнаружены костные останки существ, имеющих некоторое сходство с современным человеком, но явно к нему не относящихся. Чьи же они, если религии считают, что Творец создал человека сразу в его нынешнем облике?

Во-вторых, найдены каменные орудия труда. Кому они принадлежали, если животные их делать не умеют, а человек в то время, которым датируется их изготовление, еще не существовал?

В-третьих, в живой природе обнаружено действие принципа эволюции. Почему же человек является исключением из него?

Приведенные соображения привели к поискам решения проблемы на материалистической основе.

13.3.3. Биологические концепции

Семинальная концепция

Более ста лет назад, в 1871 г. принципиальное решение части проблемы антропогенеза дал Ч.Дарвин, доказав происхождение человека от «некоей нижестоящей животной формы». Тем самым человек был включен в общую цепь эволюционных изменений органического мира, протекавших на Земле в течение многих сотен миллионов лет. На основании многочисленных сравнительно-анатомических и эмбриологических данных он обосновал идею родства человека и современных человекообразных обезьян (антропоидов), следовательно, и общности их происхождения от древней исходной формы. Так возникла семинальная концепция антропогенеза. Согласно этой концепции человек и современные антропоиды произошли от общего предка, жившего в отдаленную геологическую эпоху и представлявшего собой, по мнению Дарвина, ископаемое африканское обезьяноподобное существо.

Семинальная концепция не только не была поколеблена последующим развитием науки, но, напротив, блестяще подтверждена многочисленными палеонтологическими открытиями. Они дали прямые доказательства этой концепции, которая была построена исключительно на косвенных доказательствах – сходстве в строении современного человека и современных антропоидов.

В последарвиновский период в древних слоях земли обнаруживали «недостающие звенья», связывающие гипотетическую исходную форму с современным человеком. Находки костных остатков питекантропов, синантропов, атлантропов, многочисленных палеантропов (неандертальцев) и, наконец, ископаемых людей современного типа (кроманьонцев), а также памятников их материальной культуры эпохи палеолита позволили построить гипотетическую схему эволюционной трансформации обезьяноподобного предка в человека современного анатомического типа. Кроме того, за последние десятилетия наука получила новые свидетельства теснейшего родства человека и современных антропоидов, которыми Ч.Дарвин не располагал. Это прежде всего физиологические, биохимические, генетические и иммунологические данные. Речь идет о сходстве систем, групп крови, белков, ферментов, кариотипа, ДНК и т.д.

От общей исходной формы в середине третичного периода разошлись две ветви эволюции: первая – ***понгидная***, приведшая много миллионов лет спустя к современным человекообразным обезьянам, и вторая – ***гоминидная***, развитие которой в конечном счете привело к появлению человека современного анатомического типа. Эти ветви, отделившись от общей исходной формы, в дальнейшем развивались независимо друг от друга.

Ветвь высших обезьян эволюционировала в направлении приспособления к древесному образу жизни со всеми вытекающими отсюда анатомическими особенностями удлинением передних и укорочением задних конечностей, укорочением большого пальца кисти, удлинением и сужением костей таза, развитием гребней на черепе, резким преобладанием лицевого отдела черепа над мозговым и т.п.

Человеческая ветвь, напротив, развивалась в направлении приспособления к наземному образу жизни, прямохождению, освобождению передних конечностей от функций опоры, использованию их для употребления природных предметов в качестве орудий, что и было решающим в выделении человека из природного мира. Это обусловило удлинение нижних и укорочение верхних конечностей, утрату стопой хватательных функций и превращение ее в орган опоры выпрямленного тела, развитие головного мозга, преобладание мозгового черепа над лицевым, исчезновение гребней, надглазничного валика и других элементов мышечного рельефа черепа, образование подбородочного выступа на нижней челюсти и т.п.

Таким образом, прямохождение явилось глубочайшим качественным переломом в эволюции высших приматов, так как создавало главнейшую биологическую предпосылку возникновения трудовой деятельности, которая была решающим фактором выделения человека из животного мира.

Открытия начиная с 1924 г. в Южной Африке и с 1959 г. в Восточной Африке, костных остатков двуногих высокоразвитых ископаемых приматов – австрало-

питековых – наиболее впечатляюще подтверждали семинальную концепцию антропогенеза Ч.Дарвина.

Названные факты позволили антропологу В.П.Якимову еще в 1951 г. впервые в мировой антропологии сформулировать и всесторонне обосновать положение, согласно которому австралопитековые представляют собой самую первую стадию эволюции человека, непосредственно предшествовавшую появлению древнейших людей типа питекантропов. Это положение подтвердили открытия трех последних десятилетий в Восточной Африке (Танзании, Кении, Эфиопии очень древних по абсолютному возрасту (до 5,5 млн. лет) австралопитековых. Наиболее прогрессивные их представители («человек умный») около 2 млн. лет назад создали древнейшую палеолитическую культуру – олдувайскую (из обтесанных галек). Тем самым они стали представителями рода Homo, хотя в морфологическом отношении существенно не отличались от австралопитеков.

Стадиальная концепция

Вся дальнейшая эволюция человека представляла собой ряд последовательных во времени типов, каждый из которых характеризовался определенными морфологическими чертами, уровнем материальной культуры, вероятного социального поведения, сознания, речи, общественной структуры и т.д.

Отечественные антропологи (Яблоков и Юсупов, 1976), внесшие большой вклад в разработку теории стадиальной эволюции человека, выделяют четыре стадии антропогенеза (рис. 13.1):

1) предшественники человека – австралопитековые;
2) древнейшие люди – прогрессивные австралопитеки, архантропы (питекантропы, синантропы, атлантропы, мауэроский человек и др.);
3) древние люди – палеонтропы (неандертальцы разных морфологических типов и разного геологического возраста);
4) ископаемые люди современного анатомического типа – неантропы (кроманьонцы).

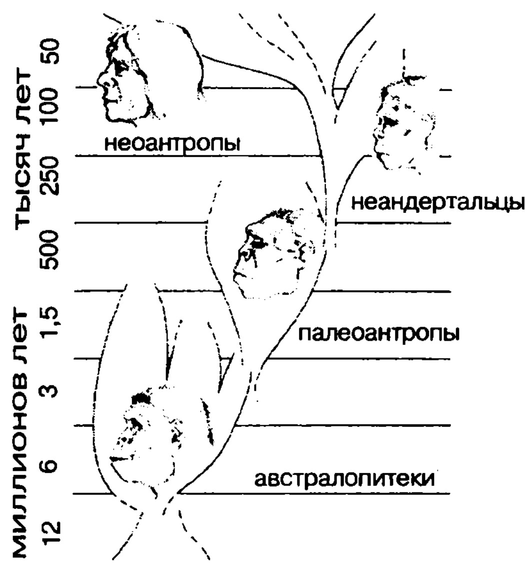


Рис. 13.1. Родословное древо австралопитеков и рода Номо (по Яблокову и Юсуфову, 1976).

Некоторые антропологи объединяют питекантропов и неандертальцев в одну стадию, т.к. считают, что и те, и другие в морфологическом отношении и

с точки зрения материальной культуры близки, но резко отличаются от кроманьонцев. Последние принадлежат уже к виду Homo sapiens, в археологическом отношении они являются носителями культуры позднего палеолита, их общественный строй представляет собой родовое общество. В таком случае выделяют три уровня:

1) австралопитековые (предшественники человека);
2) прогрессивные австралопитеки, архантропы, палеонтропы (формирующиеся люди);
3) неоантропы (сформировавшиеся люди).

Переход к трудовой деятельности, создание искусственных орудий труда высокоорганизованными двуногими приматами ознаменовали, по мнению отечественных антропологов, первый перерыв в постепенности (скачок или поворотный пункт) в истории органического мира – появление древнейших людей, архантропов.

Трудовая концепция

Если семинальная и стадиальная концепции относительно правдоподобно отвечали на вопрос «От какого вида животных произошел человек?», то на вопрос «Благодаря чему это случилось?» попыталась дать ответ так называемая «Трудовая концепция».

Камнем преткновения в концепциях биологического развития человека стало обоснование трех главных отличий человека от обезьяны: прямохождение, наличие развитых передних конечностей и большого головного мозга. Ученые сошлись во мнении о том, что фактором, обусловившим их появление, была систематическая деятельность по изготовлению и использованию орудий труда, вначале примитивных, а затем все более совершенных. Первым, кто попытался доказать принадлежность каменных орудий древнему человеку, был француз Буше де Перт.

Однако у ученых есть разные версии относительно обстоятельств, обусловивших прямохождение. Одни ученые предполагают, что причиной послужила смена среды обитания: переход из леса в открытые пространства. Безлесная местность вынуждает сохранять прямое положение корпуса для обзора и ориентировки при преследовании добычи или бегстве от опасности. Другие утверждают, что переход к прямохождению произошел вследствие того, что сама среда обитания имела скалистый характер. Выпрямленное положение при лазании по скалам превратилось с течением времени из вынужденного и эпизодического в естественное и постоянное.

Возникновение прямохождения, по мнению Ф.Энгельса и Ч.Дарвина, стало решающим фактором на пути от обезьяны к человеку. Благодаря прямохождению у обезьяньих предков человека руки освободились от необходимости поддерживать тело при передвижении по земле и приобрели способность к разнообразным движениям.

В начале процесса формирования человека рука у него была слаборазвитой и могла производить лишь самые простые действия. Но особи с наследствен-

ными изменениями верхних конечностей, полезными для трудовых операций, преимущественно сохранялись благодаря естественному отбору. Энгельс писал, что рука не только орган труда, но и продукт труда.

Различие между рукой человека и рукой обезьяны огромно: ни одна обезьяна не может изготовить своей рукой даже самый простой каменный нож. Понадобилось длительное время для того, чтобы наши обезьяноподобные предки перешли от использования предметов окружающей природной среды в качестве орудий к из изготовлению.

Самые примитивные орудия труда облегчают зависимость человека от окружающей природы, расширяют его кругозор, открывая в предметах природы новые, неизвестные свойства; наконец, они используются для дальнейшего совершенствования орудий труда. Развитие трудовой деятельности приводит к ослаблению действия биологических закономерностей и усилению роли социальных факторов в антропогенезе.

С самого начала труд был общественным, так как обезьяны жили стадами. Ф.Энгельс указывал, что неправильно было бы искать предков человека, самого общественного существа в природе, среди необщественных животных.

Труд способствовал сплочению членов общества; они активно защищались от зверей, охотились и воспитывали детей. С развитием трудового процесса все яснее становилась польза взаимной поддержки и взаимопомощи.

Накапливаемый жизненный опыт в познании природы совершенствовался от поколения к поколению. При жизни обществом имелись большие возможности к общению друг с другом: совместная деятельность членов общества вызывала необходимость обмена информацией. Речь возникла на определенной стадии умственного развития наших предков и повлияла на дальнейшее развитие мозга, на процесс мышления, на появление в дальнейшем способности к абстрактному мышлению, свойственному только человеку.

Таким образом, движущими силами антропогенеза явились биологические факторы – наследственность, изменчивость, борьба за существование и естественный отбор и социальные факторы – трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь, мышление.

А теперь, после того как биологически человек полностью сформировался, законы общественной жизни играют направляющую роль в социальном прогрессе человечества.

Мутационная концепция

Человек впервые выделяется из мира животных благодаря способности сознавать себя, что является результатом особого типа переработки информации. Сознательная деятельность отделяет человека от животных. Возникновение такой необычной формы, как предчеловек, должно было опираться на какое-то уникальное биологическое явление, особое биологическое преобразование в генетической информации.

Уникальность появления предчеловека, неповторимость этого события в истории жизни заставляет признать его неожиданным и внезапным. Переход от

биологической формы движения к общественному движению – это переход в новую качественную область.

На этой основе возникло предположение о роли полезных мутаций у предчеловека в наследственном аппарате, которые затем были закреплены в ходе биологической и социальной эволюции.

Антрополог Г.Н.Матюшин выдвинул гипотезу, согласно которой преобразования в наследственности предков человека возникли под действием повышенной радиации еще в плеоцене, во время которого произошли необычные события в истории Земли. В Восточной Африке, прародине человека, происходило много событий необычного характера. Кроме повышенной радиации наблюдалась интенсивная вулканическая деятельность, активизировались землетрясения и т.п. Все это создавало условия как для повышения частоты мутаций, так и для естественного отбора.

Влияние радиации на изменчивость организма несомненна. Любая доза радиации может вызвать изменения в наследственности и привести к тому, что у обычных особей будут рождаться отличающиеся от всех остальных дети, которые даже их родителям будут казаться уродами. Но эти уроды способны в свою очередь в дальнейшем рожать детей с новыми изменениями в организме.

Исследования показали, что наследственные структуры обезьян и человека имеют незначительные различия, которые могли возникнуть в ДНК при относительно небольшой дозе радиации, но при определенном времени облучения. Советский исследователь И.И.Мечников написал в 1961 г.: «Мы знаем, что иногда рождаются необыкновенные дети, отличающиеся от родителей какими-нибудь новыми, очень развитыми способностями... Приходится допустить, что некоторые виды организмов не подчиняются медленному развитию, а появляются внезапно, и что в этом случае природа делает скачок... Человек, вероятно, обязан своим происхождением подобному же явлению».

Таким образом, человек оказался не верхом совершенства, а просто обезьяньим уродом...

Все это хорошо подтверждают известные факты: в Южной и Восточной Африке находится ископаемая прародина австралопитековых – предков человека и Homo habilis – первых людей; здесь же самые мощные в мире залежи урановых руд, обилие радиоактивных магм и т.п.

Мутанта – предка человека ждала гибель, и он бы неминуемо погиб, если бы не нашел замены всему тому, что у него отобрала природа. И эта замена – искусственные орудия труда, а затем и организация в человеческое общество сыграли свою роль. Именно они заменили каждому гоминиду потерянные острые клыки и большую физическую силу.

Космическая концепция

Под влиянием успехов космонавтики в 60-е годы этого столетия возникли космические концепции, предполагающие появление на Земле человека как результата вмешательства инопланетных цивилизаций.

По мнению швейцарца Эриха фон Дэникена, изложенном в его книге «Вос-

поминания о будущем», опубликованной в 1968 г., посланцы внеземной цивилизации посетили Землю и, руководствуясь какими-то соображениями, внесли изменения в наследственный аппарат гоминид. В результате такой манипуляции появились новые существа, обладающие разумом и речью. Впоследствии космические визитеры еще несколько раз побывали на нашей планете с контрольными и просветительскими целями. Ключевым моментом в данной гипотезе является доказательство самого факта посещения Земли инопланетянами. Но таких свидетельств много, так же как, и свидетельств того, что до нашей цивилизации существовали другие цивилизации, погибшие по каким-то причинам, носящим характер глобальных катастроф.

Различные сценарии влияния инопланетян на предков человека и даже на самый факт возникновения жизни на Земле описаны многими учеными и фантастами. Однако все попытки найти непосредственные доказательства такого влияния до сих пор не удались; все находки носят лишь косвенный характер, их можно трактовать по-разному. А некоторые ученые, такие, как И.Шкловский, вообще выдвинули гипотезу об уникальности жизни на Земле и невозможности повторения ее где-либо еще. Правда, и это положение тоже легко опровергается...

Таким образом, в антропогенезе, как и в других областях естествознания, существует множество концепций и гипотез, как исключающих друг друга, так и взаимно дополняющих. Вероятнее всего, в действительности имело место множество взаимно дополняющих друг друга обстоятельств и событий, разбираться в которых предстоит еще долго. Но поиски истины должны, конечно, иметь материалистическую основу и опираться на фактический материал.

13.4. Физиология

Особую роль в биологических науках играет физиология – наука о жизнедеятельности целостного организма и его отдельных частей – клеток, органов, функциональных систем. Она изучает механизмы различных функций живого организма, их связь между собой, регуляцию и приспособление к внешней среде, происхождение и становление в процессе эволюции и индивидуального развития особи.

Для физиологии животных и человека одна из основных задач – изучение регулирующей роли нервной системы в организме. Для физиологии растений одна из основных задач – изучение минерального (корневого) и воздушного (фотосинтез) питания растений, цветения, плодоношения и др. Именно она служит теоретической основой растениеводства и агрономии.

Отцом русской физиологии, по словам И. П.Павлова, является Иван Михайлович Сеченов (1829–1905). Сеченов обосновал рефлекторную природу сознательной и бессознательной деятельности, показал, что в основе психических явлений лежат физиологические процессы, которые могут быть изучены объективными методами. Особую роль в науке играет открытый Сеченовым процесс торможения, что позволило четко установить, что нервная деятельность складывается из взаимодействия двух процессов – возбуждения и торможения.

«Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы»,– утверждал Сеченов. Материальная основа душевной жизни – головной мозг. Из его деятельности рождается весь внутренний мир человека, вся психическая жизнь.

Сеченов установил наличие ритмических биоэлектрических процессов в центральной нервной системе, обосновал значение процессов обмена веществ в осуществлении возбуждения и реакции на него организма.

Психология до Сеченова была наукой о нематериальной «душевной» жизни. Сеченов заложил основы подлинной научной материалистической психологии. Он же заложил основы материалистических физиологии труда, возрастной, сравнительной и эволюционной физиологии. Труды Сеченова оказали большое влияние на развитие физиологии как науки во всем мире.

Другим выдающимся русским ученым мирового значения, оказавшим влияние на мировую науку, стал Иван Петрович Павлов (1849–1936) – физиолог, создатель материалистического учения о высшей нервной деятельности, крупнейшей физиологической школы современности, новых подходов и методов физиологических исследований.

Павлов ввел в практику хронический эксперимент, позволяющий изучать деятельность практически здорового организма. С помощью разработанного им метода условных рефлексов он установил, что в основе психической деятельности лежат материальные физиологические процессы, происходящие в коре головного мозга.

Исследования Павловым физиологии высшей нервной деятельности (второй сигнальной системы, типов нервной системы, локализации функций в коре головного мозга, системности работы больших полушарий мозга и др.) сыграли большую роль в развитии физиологии, медицины, психологии и педагогики. Своим великим открытием об условных рефлексах Павлов показал, как животные способны приспособиться к меняющимся условиям среды, если их родители не наделили их такой прирожденной способностью. Тем самым он показал, что наличие безусловных и условных рефлексов решает проблему приспособления организмов к различным условиям среды, что в конечном счете обеспечивает существование жизни. За эту работу Павлов был удостоен Нобелевской премии. Кстати говоря, именно Нобиле создал Павлову условия для проведения исследований, выделив ему 400 тысяч рублей для организации лаборатории.

Интересно, что вначале Павлов утверждал, что условные рефлексы передаются по наследству, однако, проведя дополнительные исследования, он обратился с письмом в газету «Правда» с просьбой опубликовать его отречение от возможности наследования благоприобретенных свойств.

Работами ученых школы Павлова развито новое направление в науке – эволюционная физиология, установлены адаптационно-трофические функции симпатической нервной системы, роль мозжечка в регуляции вегетативных функций.

В физиологии растений громадную роль сыграл ее основоположник в России Климент Аркадьевич Тимирязев (1843–1920), который открыл роль хлорофилла в жизни растений, раскрыл энергетические зависимости фотосинтеза как

процесса образования органических веществ в растениях под действием солнечного света, разработал методы экспериментального изучения физиологических процессов, протекающих в растениях.

13.5. Цитология

Цитология (от греч. цитос – клетка, ячейка) – наука о клетке. Современная цитология изучает строение клеток, их функционирование как элементарных живых систем, исследует функции отдельных клеточных компонентов, процесс воспроизведения клеток, их репарации, приспособления к условиям среды и многие другие процессы, позволяющие судить об общих для всех клеток свойствах и функциях. Цитология рассматривает также особенности специализированных клеток, этапы становления их особых функций и развития специфических клеточных структур. За последние 20–25 лет из описательно-морфологической цитология превратилась в экспериментальную науку, ставящую перед собой задачи изучения физиологии клетки, ее основных жизненных функций и свойств. Другими словами, современная цитология – это физиология клетки. Возможность такого переключения интересов исследователей возникла в связи с тем, что цитология тесно сопряжена с научными и методическими достижениями биохимии, биофизики, молекулярной биологии и генетики.

В целом цитология – наука довольно молодая. Из среды других биологических наук она вырвалась почти сто лет назад. Впервые обобщенные сведения о строении клеток были собраны в книге Ж.Б.Карнуа «Биология клетки», вышедшей в 1884 г. Появлению этой книги предшествовал длительный и бурный период поисков, открытий, дискуссий, который привел к формированию так называемой клеточной теории, имеющей огромное общебиологическое значение.

Клеточное строение живых существ было известно ученым давно – еще с конца XVII в., с появлением первых микроскопов. Имеются сведения о том, что около 1590 г. прибор типа микроскопа был построен Э.Янсеном в Нидерландах. В 1609–1610 гг. Г.Галилей использовал сконструированную им зрительную трубу в качестве микроскопа, с тех пор микроскоп быстро совершенствовался ремесленниками-оптиками и получил широкое распространение.

Клеточное строение впервые было обнаружено английским ученым Р.Гуком в ряде растительных тканей в 1665 г. благодаря использованию микроскопа. До конца XVII в. появились работы микроскопистов М.Мальпиги (Италия), Н.Грю (Великобритания), А.Левенгука (Нидерланды) и других, показавших, что ткани многих растительных объектов построены из ячеек или клеток. Левенгук, кроме того, описал эритроциты (1674), одноклеточные организмы (1675, 1681), сперматозоиды позвоночных животных (1677), бактерии (1683). Но исследователи XVII в. видели в клетке лишь оболочку, заключавшую в себе полость.

В первые десятилетия XIX в. представления о роли клеток в строении организмов значительно расширились. Благодаря трудам немецких и французских ученых в ботанике утвердился взгляд на клетки как на структурные единицы. На клетки стали смотреть как на индивидуумы, обладающие жизненными

свойствами. Но только в XIX в. чешский биолог Ян Пуркине (1787–1869) открыл ядро яйцеклетки (1825), а в 1831–33 гг. английский ботаник Р.Броун описал ядро как составную часть клетки, назвав его нуклеус. Так называлось по латыни ядро незрелого лесного ореха. Это открытие привлекло внимание исследователей к содержимому клетки и дало критерий для сопоставления растительных и животных клеток.

В 1835 г. Моль впервые наблюдал деление растительных клеток, а Пуркине в 1839 г. ввел понятие «протоплазма» (протос – первичное, плазма – нечто аморфное, слизь) и был близок к созданию клеточной теории.

Но одно дело увидеть, что в организме имеются клетки, а совсем другое – сделать вывод, что клетки – это строительный материал, из которого созданы тела животных и растений. Основы теории клеток были созданы немецким ученым Теодором Шванном (1838–1839) и описаны в его труде «Микроскопические исследования о единстве строения животных и растений». Для изучения строения клеток Шванн применял специальную технику и делал скальпелем тонкие срезы тканей. Сделанные им рисунки со срезов плотных тканей – хрящевой, сухожильной – дают вполне удовлетворительное представление о составных частях клетки – цитоплазме, ядре, ядрышке. Шванн изучал мышцу у эмбрионов и нашел момент, когда они еще состоят из клеток и не переродились в волокна и тяжи. Именно Шванн искал и обнаружил в разнообразии единичных факторов единообразие, отражающее всеобщие закономерности (рис. 13.2).

Клеточная теория, созданная Шванном вместе с другим немецким ученым М.Шлейденом, содержала следующие основные положения:

а) клетка – элементарная единица живого и основная единица строения и развития всех живых организмов;
б) клетки сходны по своему строению и химическому составу;
в) размножение клеток происходит путем деления материнской клетки;
г) клетки связаны между собой и выполняют различные функции.

Эти положения клеточной теории почти не изменились до нашего времени.

Ф.Энгельс относил открытие клеточного строения животных и растений к числу величайших достижений естествознания XIX столетия.

Создание клеточной теории стало важнейшим событием в биологии, одним из решающих доказательств единства всей живой природы. Клеточная теория оказала значительное влияние на развитие биологии, послужила главным фундаментом для развития таких дисциплин, как эмбриология, гистология и физиология. Она дала основу для объяснения эволюционной взаимосвязи организмов и для понимания индивидуального развития.

Однако одно время первый постулат клеточной теории подвергался многочисленным нападкам и критике. Некоторые авторы указывали, что в многоклеточных организмах, особенно у животных, кроме клеток существуют и межклеточные, промежуточные вещества, которые тоже, казалось, обладали свойствами живого. Но вскоре было показано, что межклеточные вещества представляют собой не самостоятельные образования, а продукты активности отдельных групп клеток.

Другие возражения касались того, что часто у животных кроме отдельных клеток встречаются так называемые симпласты и синцитии (соклетия), а у растительных клеток – плазмодии. Это крупные цитоплазматические образования со множеством ядер, не разделенные на отдельные клеточные территории. Однако было показано, что такие образования возникают вторично за счет слияния отдельных клеток или же в результате деления одних ядер без разделения цитоплазмы.

К середине прошлого столетия одноклеточные животные и растения – вездесущие обитатели любой капли загнивающей воды, лужи, канавы стали привлекательным материалом для исследований. В капле воды, помещенной под микроскоп, открывается целый мир существ – корненожек, жгутиков, инфузорий, обладающих типичным клеточным строением.

Рис. 13.2. Различные формы клеток в связи с выполняемыми функциями: 1 - клетка эпителия кишечника; 2 - бактерии (кокки, кишечная палочка, спириллы со жгутиками на концах тела); 3 - диамотовая водоросль; 4 - мышечная клетка; 5 - нервная клетка; 6 - одноклеточная водоросль ацетабулярия; 7- клетки печени; 8 - инфузория; 9 - эритроциты человека; 10 - клетки эпидермии лука; 11 - жгутиконосец.

Вопреки взглядам Шлейдена и Шванна на возникновение клеток из бесструктурного неклеточного вещества – цитобластемы, с 40-х годов XIX в. начинает укрепляться убеждение, что умножение клеток происходит только путем их деления. Немецкий ученый Р.Вирхов в 1858 г. выдвинул принцип «omnis cellula e cellula» – каждая клетка происходит только из клетки. Вирхов доказывал, в частности, что в основе каждого заболевания лежит нарушение жизнедеятельности тех или иных клеток организма. Учение Вирхова заставило патологов заняться изучением клеток.

К середине XIX в. «оболочечный» период в изучении клеток заканчивается и утверждается взгляд немецкого ученого М.Шульце (1861) на клетку как на «комок протоплазмы с лежащим внутри него ядром». В том же году австрийский физиолог Э.Брюкке показывает сложность протоплазмы, а в последнюю четверть XIX столетия был обнаружен ряд постоянных составных частей протоплазмы – органоидов: центросомы, митохондрий, сетчатый аппарат, была обнаружена нуклеиновая кислота и открыто деление клеток (рис. 13.3).

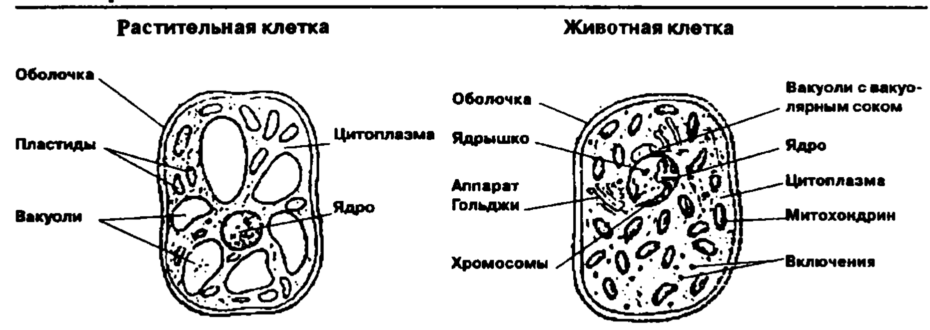


Рис. 13.3. Схемы строения клеток по данным светового микроскопа.

Первыми учеными, обнаружившими деление клеток, были ботаники. Русский ботаник Иван Дорофеевич Чистяков первым описал это явление. Объектами его исследований были споры растений, комочки из нескольких клеток. Чистяков умер, так и не защитив своего приоритета в открытии клеточного деления. Честь этого открытия досталась немецкому ботанику Эдуарду Страсбургеру. Известно, что Чистяков показал Страсбургеру свои препараты, которые тот резко критиковал. Но впоследствии Страсбургер издает свою работу с рисунками и терминами, только уточнив открытие Чистякова, который первым установил, что при делении клетки ядро исчезает, и его содержимое в виде тонких нитей и зернышек расходится по дочерним клеткам.

Сходная ситуация произошла с другим русским ученым – зоологом Петром Ивановичем Перемежко, описавшим деление животной клетки. Слава этого открытия досталась немецкому зоологу Флемингу, который дал название основным процессам. Эти термины используются и сейчас при рассмотрении клеточного деления.

Но так или иначе, в 70-е годы XIX в. тайна воспроизведения клеток была открыта: размножение клеток происходит только путем деления исходной клетки (рис. 13.4).

В 1885–87 гг. австрийским ученым К.Раблем и немецким ученым Т.Боверном была создана теория индивидуальности хромосом и установлено правило постоянства их числа. В это же время было открыто явление редукции числа хромосом при развитии половых клеток и выявлен механизм оплодотворения ядра яйцевой клетки.

В эти же годы достигнуты большие успехи в физиологии клетки. В 1882 г. русский ученый И.И.Мечников открыл явление фагоцитоза – процесса активного захватывания и поглощения живых и неживых частиц одноклеточными организмами или особыми клетками (фагоцитами) многоклеточных животных организмов. Этот процесс играет решающую роль при воспалениях, при заживлении ран и в иммунитете. Была обнаружена и исследована избирательная проницаемость растительных и животных клеток, создана мембранная теория и исследована реакция клеток на различные раздражители. Эти исследования различных клеток укрепили мысль о наличии единого принципа строения клеток.

Успехи микроскопии и микроманипуляционной техники позволили в начале XX столетия сделать серию новых открытий. Были проведены детальные исследования органоидов различных клеток и их физиологической роли и на этой основе выдвинут ряд теорий о роли ядра, о ферментном катализе, о роли, каждого из отдельных компонентов клетки в ее жизнедеятельности, было проведено изучение химического и ферментативного состава клеток. Огромное влияние на цитологию оказало переоткрытие в 1900 г. законов Менделя о наследственности, в результате чего стало оформляться новое научное направление – цитогенетика.

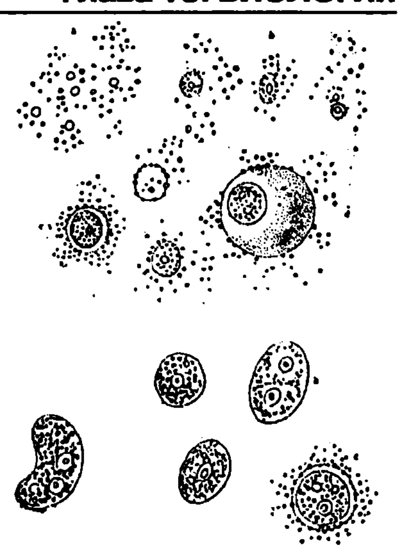


Рис. 13.4. Схема процесса возникновения клеток по Шлейдену.

С 50-х годов XX столетия появление новых методов исследования и успехи в смежных областях привели к стиранию четких границ между биохимией, биофизикой и молекулярной биологией и к созданию субмикроскопической морфологии клетки. Изучение клеточных структур приблизилось к макромолекулярному уровню.

Были открыты новые компоненты клетки – плазматическая, или клеточная, мембрана, отграничивающая клетку от окружающей среды, рибосомы, осуществляющие синтез белка, лизосомы, содержащие гидролитические ферменты и ряд других. Были выявлены ультрамикроскопические элементы и особенности, присущие специализированным клеткам. Эти исследования дали возможность разделить все известные клетки (и соответственно все организмы) на 2 группы – эукариоты (содержащие ядра) и прокариоты (не содержащие ядер). К первой группе относятся клетки инфузорий, клетки животных и человека; ко второй – клетки бактерий и сине-зеленых водорослей.

Дальнейшее развитие цитологии привело к ее дифференциации на отдельные направления – цитогенетику, кариосистематику, цитоэкологию, радиационную цитологию, онкологическую цитологию и ряд других, а изучение тонкой структуры клеток привело к обнаружению генного аппарата на основе ДНК и РНК, что явилось предметом отдельной области биологии – генетики.

13.6. Генетика

Дальнейшим развитием концепции изменчивости видов является ***генетика*** – наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления этой изменчивостью.

Основы современной генетики заложены австрийским естествоиспытателем

Грегором Менделем (1822–1884), который на основе статистических методов анализа результатов гибридизации сортов гороха (1856–1863) сформировал закон дискретной наследственности (1865). Этот закон гласит, что «Распределение доминантных (подавляющих) и рецессивных (отступающих) признаков внутри поколения может быть выражено простым числовым соотношением 1:2:1 или 3:1».

Мендель обосновал этот закон математическим доказательством и тщательной статистической обработкой десяти тысяч опытов по скрещиванию. Статистика его наблюдений абсолютно совпадала с логической схемой.

Работы Менделя отмели возражение Дарвину, высказанное в 1867 г. инженером Дженкинсом. Дженкинс говорил, что мелкие наследственные изменения возникают лишь у некоторых особей вида. Эти изменения не могут накапливаться, ибо каждое скрещивание ведет к разбавлению измененного признака одного родителя неизменным признаком другого.

«Кошмар Дженкинса», так были названы эти возражения, испортил Дарвину немало крови, и точных слов для отпора оппоненту Дарвин в то время не нашел. Дженкинс обвинил Дарвина в том, что он приписал естественному отбору действия, которые отбор совершить не может.

Мендель показал, и это чрезвычайно важно, что при скрещивании особей с вновь образовавшимся признаком сглаживания этого признака не происходит. Сохранение или исчезновение вновь образованного признака зависит лишь от влияния его на жизнеспособность и репродукционную деятельность особей. Мендель ввел в биологию, в представления о наследственности новое понятие Anlagen – «задатки», наследственные задатки – носители информации, по современному – гены. Из этого понятия впоследствии родится генетика. Но это произойдет только через 35 лет, когда де Фриз, Каррене и Чермак, работая независимо друг от друга, переоткроют закон Менделя, так как работа Менделя, опубликованная в трудах небольшого провинциального общества естествоиспытателей, осталась неизвестной для большинства ученых того времени. Ни в Брюнне, где она была напечатана, ни в Берлине, ни в Вене, ни в Мюнхене не оказалось людей, способных понять и достойно оценить работу Менделя. Это объясняется тем, что в то время никто не видел хромосом, а тем более процессов их деления.

Обзор о статье Менделя был помещен в монографии Фокка, подытожившей многолетние работы разных авторов над растительными помесями, с ней ознакомился Каррене, и это привело к признанию истинного автора закона распределения наследственных признаков. Интересно, что высоко оценивая роль Менделя в биологической науке, И.П.Павлов поставил ему памятник в Колтушах под Петербургом, где находилась его лаборатория.

Одним из основоположников генетики является американский биолог Томас Морган (1866–1945), который обосновал хромосомную теорию наследственности (1910–1933) и, установив закономерности расположения генов в хромосомах, способствовал выявлению механизмов действия законов Менделя и разработке генетических основ теории естественного отбора.

Большую роль в развитии генетики сыграли работы русских ученых Н.И.Вавилова, Н.К.Кольцова, С.С.Четверикова, А.С.Серебровского и др.

Николай Иванович Вавилов (1887–1943) – выдающийся ученый генетик, основоположник учения о биологических основах селекции и центрах происхождения культурных растений. За титаническую работу, за труды по географии растений, за исследования происхождения растений и иммунитет растений Вавилову в числе первых ученых в 1926 г. была присуждена премия имени В.И.Ленина. Это был крупнейший организатор науки. Еще будучи студентом, в 1909 г. Вавилов выступает с докладом «Дарвинизм и экспериментальная морфология», а через три года читает на высших сельскохозяйственных курсах актовую лекцию «Генетика и ее отношение к агрономии».

С того времени Вавилов сразу же определил соотношение между эволюционным учением и новой наукой генетикой. «Генетика неуклонно и неумолимо вовлекается в продолжение дела Дарвина»,– заявил Вавилов в своей лекции по истории биологических наук, которую он специально посвятил связи между генетикой и учением Дарвина.

Это было особенно важно в связи с тем, что сразу же за рождением генетики возникли драматические коллизии между дарвинизмом и генетикой, порой заканчивающиеся трагически. Достаточно напомнить самоубийство австрийского антименделиста П.Каммерера. Все эти беды происходили из-за непонимания простой вещи: эволюционное учение и наука о наследственности – это как две половины одного яблока.

В 1919 г. Н.И.Вавилов, работая в Саратовском университете обосновал учение об иммунитете растений – невосприимчивости растений к возбудителям болезней и вредителям, а также к продуктам их жизнедеятельности. Фитоиммунитет обусловлен морфологическими особенностями строения тканей и органов растений хозяина, присутствием в клетках растений алкалоидов, гликозидов и других продуктов вторичного обмена, образованием фитонцидов, активизации деятельности ферментных систем и многими другими факторами. На знании механизмов фитоиммунитета в дальнейшем было основано выведение сортов устойчивых к болезням и вредителям.

В 1920 г. Вавилов открыл закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. ***Гомология*** – это сходство на основе общего происхождения. Здесь следует напомнить, что многие, даже выдающиеся генетики, считали, что правильнее этот закон называть законом аналогических, а вовсе не гомологических рядов. ***Аналогия*** – это сходство на основе сходства внешнего вида без учета родословных корней. Это заблуждение приводит к ошибочным выводам. Дельфин по внешнему виду ближе к акуле, чем к свинье, к которой он близок по происхождению. Поэтому, принимая сходство по аналогии, его следует считать ближе к акулам, чем к любому млекопитающему, и это ошибка.

Закон гомологических рядов правомерно сравнивают по его значению в науке с таблицей Менделеева. Он действителен для всего живого и подтверждается сейчас тонкими современными экспериментами. Он имеет значение не только как фундаментальное открытие, но как чисто практическое руководство, позволяет систематизировать все разнообразие видов, живущих в природе, предсказывать существование таких, какие могут быть найдены, а также создавать новые. Соз-

давая этот закон, Вавилов сумел увидеть единство природы во всем ее многообразии. Более того, этот закон имеет и социологическое, и политическое значение.

По закону гомологических рядов все люди равны не потому, что они аналогичны – похожи внешне, а потому, что все люди одного биологического происхождения, все они принадлежат к одному виду Гомо сапиенс. Расизм, шовинизм, национализм вплоть до апартеида и геноцида основаны на том безусловном факте, что по закону аналогических рядов, по внешним признакам, люди равны быть не могут, как не могут быть одинаковы листья одного дерева – все разные. Но и пигмей Африки, и рослый американский баскетболист по закону Вавилова принадлежат к одному биологическому гомологическому ряду. И поэтому не только социологически и политически преступно одного ставить над другим, это и антинаучно так же, как не считаться с физическими законами гравитации и творческой ролью отбора в эволюции жизни на Земле.

Закон гомологических рядов, как понимал его Н.И.Вавилов, помог ему перейти к теории центров происхождения культурных растений. Эта терия основывалась на результатах многочисленных экспедиций, проводимых с целью поисков и исследования родичей культурных растений. Вот некоторые адреса экспедиций: 1927 г. – страны Средиземноморья и Восточная Африка; 1929 г. – Западный Китай, Япония, Корея; 1930 г. – Центральная Америка и Мексика; 1932–1933 гг. – Куба, Мексика, Перу, Боливия, Чили, Бразилия, Аргентина, Уругвай, Острова Тринидат и Пуэрто-Рико. Это был упорный, связанный порой с риском для жизни труд.

В результате этих экспедиций была создана единственная в мире коллекция культурных растений, показывающая, как из дикого растения в результате работы многочисленных селекционеров-практиков мы пришли к современным сортам культурных растений.

С именами Г.Д.Карпеченко (1899–1942) и И.В.Мичурина (1855–1935) связана разработка теории отдаленной гибридизации растений. Ими выполнены большие работы по искусственной полиплоидии – кратного увеличения числа хромосом в клетках растений. Мичурин – один из основоположников научной селекции сельскохозяственных культур: межсортовой и отдаленной гибридизации, методов воспитания гибридов и пр. Мичурин создал теорию подбора исходных форм для скрещивания растений. Им установлено, в частности, что «чем дальше отстоят между собой пары скрещиваемых растений – производителей по месту их родины и условиям их среды, тем легче приспособляются к условиям среды в новой местности гибридные сеянцы».

К несчастью, весьма продуктивная работа наших генетиков была прервана псевдонаучной теорией Лысенко, взявшего над ними верх во время печально известной августовской сессии ВАСХНиЛ 1948 г.

Т.Д.Лысенко (1898–1976) – советский биолог и агроном. Возродил в советской биологии ламаркистскую теорию наследственности. Он утверждал, что «материалистическая теория живой природы немыслима без признания необходимости наследственности приобретаемых организмом в определенных условиях его жизни индивидуальных отличий, немыслима без признания наследования приобретаемых свойств».

Лысенко утверждал, что образование вида есть переход от количественных изменений к качественным в историческом процессе, что изменения условий жизни вынуждают изменяться и сам тип развития растительных организмов, что и является первопричиной изменения наследственности. Лысенко отвергал значение генов и мутаций в процессе образования видов, выдвигал в противовес им положение о возможности видов в результате воздействия внешней среды. Отсюда вытекает новая формулировка наследственности как эффекта концентрирования воздействия условий внешней среды, ассимилированных организмами в ряде предшествующих поколений. Лысенко утверждал, что сорняк овсюг является продуктом перерождения ржи или пшеницы, что в лесах происходит перерождение ели в сосну и перерождение нескольких видов лиственных деревьев в другие виды.

Лысенко выступил против работ советских генетиков с полиплоидными сортами культурных растений, т.е. с сортами, в клетках которых содержалось увеличенное число хромосом по сравнению с исходными сортами. Но ими, в частности, были выведены тетраплоидные сорта гречихи, кок-сагыза, подсолнечника, конопли и ряда других, обладающие повышенной урожайностью по сравнению с исходными диплоидными сортами. Теоретические положения Лысенко, насильно внедренные в биологическую науку, запрет проводить эксперименты на основе генетики как учения затормозили нашу биологическую науку.

В то время, когда генетика была у нас запрещена, она активно развивалась за рубежом. Работами американского биохимика Уотсона и английского биофизика и генетика Крика в 1953 г. было установлено, что вещество хромосом образовано белками, гистонами и дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК) – высокополимерным природным соединением. При этом именно ДНК является носителем генетической информации, ее отдельные участки соответствуют определенным генам.

Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных одна вокруг другой в спираль (рис. 13.5).

Цепи построены из большого числа мономеров четырех типов – нуклеотидов, специфичность которых определяется одним из азотных оснований: адеина, гунина, цитозина и тимина. Сочетание трех рядом стоящих нуклеотидов в цепи ДНК составляет генетический код. Нарушение последовательности нуклеотидов в цепи ДНК приводит к наследственным изменениям – мутациям. Реализация генетической информации происходит с помощью рибонуклеиновых кислот (РНК), которые являются носителем генетической информации и матрицей для воспроизводства ДНК с определенными наследственными свойствами.

При этом следует иметь в виду, что в клетках существуют наследственные факторы, не связанные с хромосомами, например так называемая цитоплазматическая наследственность, которая, однако, играет много меньшую роль, чем хромосомная наследственность.

Современная генетика освоила два метода воздействия на хромосомы:

– первый – воздействие на организмы неблагоприятными факторами, например, радиоактивным излучением, которые вызывают спонтанные мутации,

в дальнейшем отбираются мутанты с желаемыми свойствами, часть потомства от них наследует мутации родителей;

– второй – воздействие непосредственно на генный аппарат, так называемый генный нокаут; манипуляции на уровне ДНК требуют современного оборудования и высокой квалификации персонала, но они позволяют целенаправленно получать организмы с желаемыми свойствами путем уничтожения в хромосоме генов, несущих нежелательные свойства, или внедрения в хромосому генов – носителей желаемых свойств.

Генетики многих стран владеют и тем и другим методами, что позволяет получать сенсационные результаты. Приведем несколько примеров их достижений.

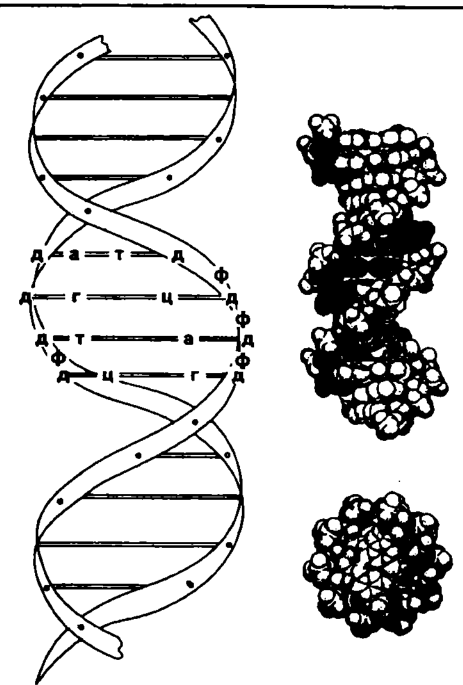


Рис. 13.5. Двойная спираль ДНК: а) схема: а - адени, г - гуанин, ц - цитазин, т - тимин, д - дезоксирибоза, ф - фосфат; б) ее объемная модель.

Норвежским ученым удалось выделить ген ячменя, который может улучшить характеристики некоторых зерновых культур и картофеля. Этот ген обладает важными контрольными функциями и способен активизировать или тормозить действия других генов. Трансплантация этого гена в ДНК картофеля способна увеличить содержание крахмала в клубнях, а в ДНК кукурузы, риса и других зерновых помогает защитить молодые растения от насекомых – сельскохозяйственных вредителей.

Учеными Рочерстерского университета во главе с доктором Мартой Бон удалось ввести ген в мозг крыс, предварительно зараженных болезнью Паркинсона. Гены, введенные в мозг подопытных животных, приостановили течение болезни, они вырабатывали протеин, защищавший клетки мозга от нарушений, вызываемых болезнью Паркинсона. Через 6 недель крысы, которым пересадили ген, пришли в нормальное состояние, контрольная же группа, не получившая гена, погибла от развившейся болезни.

Болезнь Паркинсона до сих пор непобедима. Это страшное заболевание, начинающееся с дрожания рук и превращающее человека в амебу, не поддается лечению. Результаты, полученные в Рочестерском университете, открывают путь к лечению болезни Паркинсона у человека.

Русским ученым методами генной инженерии удалось вырастить культуру одного из слоев кожи для лечения ожогов. Идут эксперименты по выращива-

нию клеток поджелудочной железы, что перспективно для лечения сахарного диабета. Вообще в генетике появились подходы к тому, чтобы выращивать группы клеток тканей или органов для лечения некоторых заболеваний.

Британские ученые вывели генерацию лягушат без головы. Новое и большое достижение британских ученых состоит в том, что они закрепили штамм безголовых лягушек и могут получать их в требуемых для экспериментов количествах.

Успехи генетики так велики, что в некоторых случаях, особенно связанных с экспериментами над человеческими организмами, необходимо ввести ограничения этическими нормами, принятыми всем человечеством. Для подготовки таких норм в ноябре 1997 г. в Японии состоялся Международный конгресс по биоэтике, и в настоящее время идет подготовка всеобъемлющего документа ВОЗ по проблемам биоэтики.

13.7. Клонирование

В 1997 г. шотландские ученые вырастили клонированную овцу Долли, взяв от взрослого животного одну клетку, и из этой клетки вырастив точную копию этой овцы.

Тем самым решен вопрос о копировании крупных млекопитающих, что создает возможность размножения в больших количествах элитных животных и переводит вопрос создания племенного поголовья в совершенно новую область производства. Недавно эти ученые получили от одной овцы шесть клонированных.

Из шести клонированных ягнят трое несут в себе ген человека, благодаря которому их молоко будет содержать вещество, способствующее свертыванию крови. Этот фактор жизненно важен для лечения гемофилии.

Ранее шотландских ученых успешное клонирование провели русские ученые. На годичном собрании Российской академии сельскохозяйственных наук 12 февраля 1998 г. член этой академии Александр Заверюха сообщил, что во Всероссийском институте животноводства под Подольском уже не один год живет и здравствует клонированный хрюша – наследник лучших качеств отечественных высокопородных свиней.

Показателем совершенствования операции клонирования является процент удачных результатов. Так, Долли была единственной, выведенной из 277 клеток, то есть удачный исход был получен всего в 0,36 % случаев. Многие животные погибли в эмбриональном состоянии или были рождены мертвыми, другие погибли вскоре после рождения.

Американские ученые, недавно клонировавшие двух телят, добилиись успеха в 5% случаев. Они считают, что реально говорить о 10% успеха в самом ближайшем будущем. Корова, выросшая из клонированного теленка, будет иметь молоко с человеческим, а не коровьим протеином, что позволит использовать этот протеин для получения лекарственных средств. Сейчас же человеческий протеин получают из человеческой крови, и он очень дорог. Ученые считают также, что клонированные животные могут быть использованы в качестве доноров нервных клеток.

Под влиянием этих успехов некий чикагский ученый решил копировать человека и проводит активную подготовку к эксперименту. Этот проект вызвал многочисленные протесты общественности. Прошедшая в октябре 1997 г. ассамблея ЮНЕСКО обсудила этические стороны клонирования человека. Этот вопрос поставлен на обсуждение Конгрессом США. Поэтому ученый заявил, что он постарается закончить эксперимент по клонированию человека до решения Конгресса, а если Конгресс запретит клонирование человека, то перенесет свои работы в другое государство, где такого запрета нет, например в Мексику.

Вопрос о клонировании человека вызвал споры среди специалистов. Одни высказываются за клонирование человека, другие против. Хотя, говоря точнее, одни высказываются за клонирование без всяких оговорок, другие тоже за клонирование, но оговаривают, что практическому осуществлению клонирования человека должны предшествовать улучшение методики, введение ряда законов по этому вопросу. Они считают, что методически вопрос о клонировании животных еще не решен, что безнравственно переносить еще не решенную методически научную разработку на человека, что не этично говорить о переносе эксперимента на живых людей, когда так велико количество повреждений эмбриона и мертворождений, когда вообще не ясен конечный результат.

Другие считают, что разгаданную тайну природы ни закрыть, ни отменить нельзя, что клонирование нужно рассматривать просто как новый метод лечения определенного недуга, и не более того, и что любое открытие в преступных руках может оказаться опасным. Нужно не бороться с открытием, не запрещать его, а все делать для того, чтобы сами люди становились лучше.

Те нравственные заповеди, которыми человечество пользуется века, не предусматривают новых закономерностей и возможностей, какие вносит в жизнь наука. Поэтому необходимо обсуждать и принимать новые законы общежития, которые учитывают новые реальности. Возможно, в будущем, когда все технические проблемы будут полностью решены, человечество признает клонирование, например, как метод помощи бесплодным парам, стремящимся иметь родного ребенка.

В конце 1997 г. американские ученые Джеральд Шей и Вудринг Райт опубликовали сенсационное открытие о продлении жизни соматической клетки в полтора раза, что позволит в будущем выработать способ борьбы со старением. Их открытию предшествовали работы многих ученых и в первую очередь американского биолога Хейфлика, доказавшего, что у соматической клетки существует лимит на число удвоений, равный примерно 50 делениям, т.е. клетка не бессмертна, как ошибочно полагали многие ученые.

Особое значение имела работа русского ученого Оловникова, определившая направление поиска Шея и Райта. Суть работы Оловникова состоит в следующем.

Как известно, необходимая для развития организма информация записана в виде последовательности нуклеотидов в двойной спирали ДНК. Для того чтобы организм развивался, клетка должна делиться. Началом такого деления служит удвоение хромосом, находящихся в ядре клетки. Их удваивает специальное

вещество ДНК – полимераза, она идет по спирали ДНК, снимая с нее копию. Но копировать ДНК полимераза начинает не с самого начала, а оставляя каждый раз недокопированный кончик. Следовательно, с каждым последующим копированием спираль ДНК неуклонно укорачивается за счет концевых участков, не несущих никакой информации и называемых теломерой. Как только теломеры исчерпаны, при следующем копировании начинает сокращаться уже сам «информационный участок» спирали ДНК. Это и есть начало старения клеток. Для того чтобы продлить жизнь клеток, нужно удлинить теломеры. В половых клетках существует особая форма ДНК – полимеразы, названная толимеразой, компенсирующая процесс недокопирования. В соматических клетках толимеразы нет. Все это было исследовано Оловниковым и опубликовано в 1971 г. в Советском Союзе и в 1973 г. за рубежом.

Шей и Райт сумели ввести теломеразную активность в соматическую клетку, при этом оставив клетку нормальной, не сделав ее раковой, тем самым удлинив ее жизнь.

Это замечательное достижение – ведь в будущем удастся ввести теломеразную активность в соматические клетки живого организма, тем самым отдалив процесс старения как клеток, так и всего организма.

Замечательная работа Шея и Райта стала научным триумфом конца тысячелетия, так как открывает пути создания лекарства от старения, продления жизни человека при длительном сохранении его работоспособности. Человек более длительное время будет чувствовать себя молодым. Эта работа подтверждает высказывание Оловникова о том, что биология – это наука следующего тысячелетия и что она откроет человечеству еще множество чудес.

В России подошли к проблеме по-иному. Биолог Е.Егоров из лаборатории Зеленина Института молекулярной биологии РАН сумел состарить клетки, которым природа даровала бессмертие и вечную молодость. Дело в том, что некоторые клетки, наделенные специальным ферментом – толимеразой, старению не подвержены. Этим свойством обладают до 90% всех видов рака. Вот почему даже единственная раковая клетка, не удаленная при операции, способна дать начало новой опухоли. Если бы удалось подавить толимеразную активность клеток опухоли в организме больного, это открыло бы новые пути лечения рака. Егорову это удалось в работах с клетками рака крови, воздействуя на них специальным веществом, которое было синтезировано в том же институте в лаборатории академика А.Краевского. Конечно, достижение Института молекулярной биологии РАН только начало длинного и очень не простого пути, который приведет к созданию реальных лекарств и методов их применения для лечения больных раком. Важно, что первый шаг на этом пути сделан.

Краткий обзор истории развития биологических наук показывает, что концепция эволюции видов животных и растений победила креационизм во всех отраслях этих наук. В данном обзоре представлено только несколько ветвей биологических наук, но этот вывод справедлив и для всех других.

Если говорить о современной концепции, господствующей в биологических науках, то это будет расширение концепции эволюционизма. Учитывая, что во главе современных биологических наук находится генетика, что наука все более

внедряется в генетический аппарат, эта концепция может быть сформулирована как «изменяемость видов различными методами воздействия на генетический аппарат, зависящими от воли человека».

13.8. Современные проблемы биологии

Несмотря на солидный возраст и многочисленные положительные результаты исследований, проведенных в области биологии большим числом естествоиспытателей, полагать, что в биологии решены хотя бы основные проблемы, нет оснований. Это, впрочем, касается не только биологии, но и всех естественных наук.

Прежде всего биология до сих пор не разобралась в самом существе жизни как естественнонаучного процесса. Что такое жизнь, наука не знает. Определение Энгельса «Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит по своему существу в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел» (Маркс К. и Энгельс Ф., Соч., 2-е изд., т. 20), явно недостаточен. Недостаточным является и понимание того, что для жизни «...существенным моментом является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка» (Там же).

Мы сегодня знаем, что жизнь характеризуется несколькими основными законами, выделяющими ее из всей совокупности процессов. «Эти законы в самом широком смысле – ***Рост*** и ***Воспроизведение***, ***Наследственность***, почти необходимо вытекающая из воспроизведения ***Изменчивость***, зависящая от прямого или косвенного действия жизненных условий и от упражнения и не упражнения, Прогрессия размножения, столь высокая, что она ведет к борьбе за жизнь и ее последствию – ***Естественному Отбору***» (Ч.Дарвин). Известно, что жизнь возможна лишь при определенных физических и химических условиях, и что, однако, прекращение жизненных процессов мелких организмов не ведет к потере жизнеспособности. Мы знаем, что жизнь качественно превосходит другие формы существования материи в отношении многообразия и сложности химических компонентов и динамики, протекающих в живом организме превращений, и что живые системы характеризуются гораздо более высоким уровнем упорядоченности структурной и функциональной в пространстве и во времени.

Но при всех этих накопленных эмпирически уже не малых знаниях мы попрежнему не знаем ничего о существе жизни. Пока что ни многочисленные гипотезы о происхождении жизни, ни проникновение на клеточный, генетический и молекулярный уровни не внесли в этот вопрос никакой ясности. Наука не может ответить на некоторые, казалось бы, очевидные вопросы: почему вообще должен происходить обмен веществ, почему клетки живого организма должны делиться, что такое старение организма, каким образом код ДНК формирует организм, что именно ограничивает предел жизни организма и т.п.

В последние годы к этому добавились новые «не научные» вопросы – как происходит энергообмен организмов с окружающим пространством и с космосом, что такое биополе и чем вызваны сверхъестественные способности некоторых людей по телекинезу и телепатии, а также многие другие.

Мы до сих пор ничего не знаем о происхождении жизни и о том, как она распространена во Вселенной. Почему до сих пор не удались опыты по созданию искусственной жизни «в пробирке», когда в нее помещены все необходимые исходные химические составляющие? И не может ли оправдаться предположение о том, что жизнь всегда существовала в космическом пространстве так же, как само пространство и материя, размещенная в нем, и что жизнь только кочует от одной планеты к другой, закрепляясь там, где для нее есть подходящие условия?

Это все относится к общей проблематике, но на каждом этапе развития биологии возникают все новые частные проблемы.

Но мы очень плохо представляем себе и многое другое, например, все, что связано с организмом как целостным образованием, с его физиологией.

Чем объяснить, что каждый орган устроен именно так, как он устроен, а не иначе? Почему каждый орган выполняет именно эту функцию в организме, что заставляет его это делать, в чем механизм? Почему все органы взаимодействуют столь слаженно? Нет ли какого-то общего регулятора, который бдительно следит за всеми отклонениями от норм?

Еще больше возникает вопросов по генетике. Как возникают разнообразные типы клеток в многоклеточном организме? Известно, что организм человека, развившийся всего лишь из одной исходной клетки-зиготы, состоит из более 100 различных типов клеток и что каждая клетка обладает одинаковым полным фондом генетического материала. Каким же образом возникает это разнообразие? Возможно, что дифференцировка – это результат избирательной активности разных генов по мере развития многоклеточного организма. Но каким образом все это регулируется, и чем обеспечивается последовательность выполнения программы? Ответов пока нет.

Но уж совсем неясны некоторые вопросы, лежащие в буквальном смысле на поверхности. У каждого живого организма имеются так называемые точки акупунктуры. На теле человека их более 700. Каждая точка связана с каким-либо определенным органом и имеет параметры, отличные от окружающей кожи, например у них пониженное электрическое сопротивление. Воздействие на эти точки разными раздражителями – иглами, теплом, электрическим током приводит к выздоровлению органа. Однако пути, которыми эти точки соединены с органами, анатомически не выражены. Как все это происходит? А ведь происходит, и китайская медицина уже не одну тысячу лет использует чжэн-цзю терапию (иглоукалывание и прижигание точек). В чем механизм, и зачем эти точки нужны организму? Китайцы полагают, что таким образом они регулируют энергетику органов. Что это еще за энергетика?!

Но есть проблемы и вовсе странные. Так называемое митогенетическое излучение (аура?) живых существ влияет на развитие подобных существ, отнесенных на некоторое расстояние и даже отгороженных кварцевыми стеклами. Над этим явлением в 20-е годы работал ученый Гурвич, а сейчас работает академик Казакевич в Новосибирске, ведутся такие работы и в МГУ. Взаимодействие подтверждено статистически. Но что это за процесс, пока не знает никто.

А есть проблемы и вовсе не научные. Ихтиологи знают, что щука, таймень и даже барракуда, находясь в тихой заводи и вися в воде, могут, не шевельнув

ничем (!), сделать один буквально молниеносный рывок для поимки жертвы. Но только один. Для второго рывка у них уже нет энергии. Как все это происходит, ведь это прямое нарушение всех известных канонов механики!

Так что проблем у биологии более чем достаточно, и на многие вопросы ответа все еще нет.

Можно предположить, что создавшаяся ситуация не случайна и определена всей методологией естествознания, игнорирующей глубинные процессы явлений, в первую очередь, процессы, связанные с энергоинформационным обменом между биологическими и небиологическими объектами. На очереди их освоение, и это поможет изменить ситуацию и дать качественно новые направления и в биологии, и во многих других областях науки.

Литература к главе 13.

1. Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера. Сб. ст. М., Наука, 1994, 669 с.
2. Вилли К. Биология. Пер. с англ. изд. М., Мир, 1968, 808 с.
3. Войткевич Г.В. Возникновение и развитие жизни на Земле. М., Наука, 1988, 139 с.
4. Дубинин Н.П. Вечное движение. М., Политиздат, 1973, 447 с.
5. Ермолаев Ю.А. Современное состояние проблемы происхождения жизни на Земле. М., изд-во МТИК, 1973, 292 с.
6. Кемп П., Арме К. Введение в биологию. Пер. с англ. М., Мир, 1988, 672 с.
7. Коуэн Р. История жизни (происхождение и эволюция). Пер. с англ. Киев, Наукова думка, 1982, 218 с.
8. Кремянский В.И. Структурные уровни живой материи. Теоретические и методологические проблемы. М., Наука, 1969, 295 с.
9. Кристин де Дюв. Путешествие в мир живой клетки. Пер. с англ. М., Мир, 1987, 256 с.
10. Опарин.А.И. Возникновение жизни на Земле, 3 -е изд. М., изд-во АН СССР, 1957, 458 с.
11. Опарин А.И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие, 2-е изд. М., Наука, 1968, 173 с.
12. Серебровский К.Б. Сущность жизни: история поиска. М., изд-во ИСБН, 1994, 399 с.
13. Теоретические основы селекции. Сб. ст. под ред. Н.И.Вавилова. Л., Ленсельхозиздат, 1935, 1043 с.
14. Тимирязев К.А. Чарльз Дарвин и его учение. М.-Л., изд-во АН СССР, 1941, 388 с.
15. Тимирязев К.А. Жизнь растений. М., изд-во АН СССР, 1962, 290 с.
16. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. Пер. с англ. М., Мир, 1973, 256 с.
17. Югай Г.А. Общая теория жизни. Диалектика формирования. М., Мысль, 1985.
18. Дарвинизм и современность. Сб. ст. под ред. Э.И.Колчинского и Ю.И.Полянского. Л., Наука, 1988, 230 с.
19. Матюшин Г.Н. У истоков человечества. М., Научная литература, 1982.
20. Морозов Ю.Н. Следы древних астронавтов? М., Научная литература, 1991.
21. Хаксли Д. Удивительный мир эволюции. М., Мир, 1989.
22. Воробьев Р. Эволюционное учение вчера, сегодня и... М., Просвещение, 1995, 205 с.

Глава 14. МЕДИЦИНА

«Я направляю режим больных к их выгоде сообразно с моими силами и моим разумением, воздерживаясь от причинения всякого вреда и несправедливости. Чисто и непорочно буду я проводить в жизнь свое искусство. В какой бы дом я ни вошел, я войду туда для пользы больного и буду далек от всего намеренного, неправедного и пагубного».

Гиппократ. Клятва врача

14.1. Краткая история медицины

Медицина (от лат. medicina – лечебный) – система научных знаний и практических мер, объединяемых целью распознавания, лечения и предупреждения болезней, сохранения и укрепления здоровья и трудоспособности людей, продления жизни.

Состояние медицины всегда определялось степенью развития общества, социально-экономическим строем, достижениями естествознания и техники, общим уровнем культуры. В медицине более, чем в какой-либо другой области естествознания, на протяжении многих веков шла ожесточенная борьба концепций. Это было вызвано исключительной важностью практических приложений медицины и ее методологии, непосредственно зависящей от той или иной системы взглядов на сущность болезней и недугов людей.

Медицина как комплекс научных дисциплин состоит из трех групп: ***медико-биологической***, ***клинической*** и ***гигиенической***.

Зачатки врачевания и гигиенических знаний родились из наблюдения и опыта на самых ранних стадиях существования человека и закрепились в обычаях и приемах лечения и защиты от болезней, составляющих народную медицину и гигиену. Значительную роль среди предупредительных и лечебных мер играло использование сил природы – солнце, воздух и вода.

Первоначально болезни рассматривались как внешние и враждебные человеку живые существа (злые духи, бесы), проникающие в тело и вызывающие болезненное состояние.

Исцеление пытались производить с помощью магических заклинаний, заговоров и молитв. Развивались знахарство и шаманство, возникла жреческая храмовая медицина. Однако уже тогда в древних государствах были регламентированы условия деятельности врачей вплоть до размеров гонораров за лечение и установления различных степеней ответственности за нанесение ущерба больному.

Врачи и жрецы наряду с мистическими формами врачевания использовали рациональные приемы лечения и целебные свойства природной медицины. Применялись и хирургические методы. Важное место отводилось предупреждению болезней («Вырви недуг прежде, чем он коснется тебя»), из чего следовали многие предписания гигиенического характера о режиме питания, о семейной жизни, об

отношении к беременным женщинам и кормящим матерям и т.п. Медицина Древней Греции использовала накопленные древневосточными народами сведения. Тенденция к дифференциации знаний нашла отражение в культах обожествленного врача Асклепия и его дочерей Гигиеи – охранительницы здоровья (отсюда – гигиена) и Панакии – покровительницы лечебного дела (отсюда – панацея). Подготовка врачей проходила по типу ремесленного ученичества. Различались врачи домашние (у знати) и странствующие, обслуживающие торговцев и ремесленников. Были и общественные врачи для безвозмездного лечения бедных граждан и проведения мер против эпидемий.

Раньше других сложилась Кротонская школа, представитель которой Алкмеон Кротонский (конец VI – начало V вв.) разработал учение о патогенезе – механизме возникновения, развития и проявления болезней, основанном на представлении об организме как о единстве противоположностей: здоровье – гармония, болезнь – дисгармония тела и его свойств. Принцип лечения в этой школе – «противоположное лечи противоположным» – лег в основу терапевтических воззрений последующих школ.

Это учение получило развитие в Книдской школе, разработавшей учение, согласно которому сущность болезней заключается в расстройстве правильного смешения жидкостей организма. Наиболее четко оно сформулировано Гиппократом (460–377 до н.э.), выдающимся древнегреческим врачом, реформатором античной медицины.

Заслугой Гиппократа было освобождение медицины от влияния жрецов и определение пути ее самостоятельного развития. Гиппократ учил, что лечить надо не болезнь, а больного, принимая во внимание индивидуальные особенности организма и окружающую среду (климат, состояние воды, почвы, образ жизни, законы страны и пр.). Гиппократ явился родоначальником медицинской географии. Он различал 4 типа людей – сангвиники, холерики, флегматики и меланхолики. Он отрицал божественное происхождение болезней и выдвинул 4 принципа лечения: приносить пользу и не вредить, противоположное лечить противоположным, помогать природе и, соблюдая осторожность, щадить больного. Он обосновал индивидуальный подход к диагностике и лечению больного. Гиппократ известен и как выдающийся хирург. Ему приписывают текст «Клятвы Гиппократа», сжато формулирующей моральные нормы поведения врача (хотя первоначальный текст клятвы существовал еще в Египте). Гиппократа называют «отцом медицины».

Успешную попытку заложить фундамент науки о строении и функциях человеческого тела предприняли за три столетия до н.э. александрийские врачи Герофил, а затем Эрасистрат, которые привели первые экспериментальные доказательства, что мозг – орган мышления, установили различия между чувствительными и двигательными нервами, описали оболочки извилин и желудочки мозга.

Исключительное влияние на развитие медицины оказал уроженец Малой Азии врач Пергама и Древнего Рима К.Гален. Во II в. н.э. он обобщил сведения по анатомии, физиологии, патологии, фармакологии, терапии, акушерству, гигиене, в каждую область внес много нового и попытался построить научную систему врачебного искусства. Гален впервые ввел эксперимент на животных с целью систематического изучения связей между строением и функциями органов. Он показал, что знание

анатомии – научная основа диагностики, терапевтического и хирургического лечения и гигиенических мер. Теологическая направленность сочинений Галена способствовала тому, что его наследие в трансформированном виде получило поддержку церкви и господствовало в медицине Запада и Востока в течение многих веков.

Элементы санитарии и общественной медицины, имеющиеся во всех государствах древнего мира, достигли особого уровня в Риме, о чем свидетельствуют остатки водопровода, канализации и бань. В Риме впервые возникли санитарная и военно-медицинская организации, а также служба городских врачей, имелось санитарное законодательство.

В Византийской империи в этот период возникли крупные больницы для гражданского населения. Опустошительные эпидемии и войны обусловили создание в Европе карантинов и лазаретов.

В древнерусском феодальном государстве наряду с монастырской медициной существовала народная медицина. Распространенные лечебники содержали ряд рациональных Наставлений по лечению болезней и бытовой гигиене, а также травники – описание лекарственных трав. Среди народных лекарей была специализация: «костоправы», «очные» и «кильные» (по грыже) лекари, «камнесеченцы», «камчужные» (по лечению ломоты, ревматизма) и др., а также бабки-повитухи, бабки-целительницы детей и пр.

Большую роль в развитии медицины сыграли врачи Востока: Ар-Рази (Разес), Ибн-Сина (Авиценна) – автор «Канона врачебной науки», энциклопедического свода медицинских знаний и ряд других.

В Европе в XI–XII вв. возникли медицинские факультеты университетов, но они были во власти схоластики – религиозной философии, соединяющей догматизм с формально-логической проблематикой. Против схоластики за опытное знание вел борьбу испанский врач Арнальдо де Виланова (XIII–XIV вв.) и многие другие.

В эпоху Возрождения уроженец Швейцарии врач Парацельс попытался переосмыслить прошлое и выступил с критикой галенизма. Занимаясь алхимией, он положил начало крупному направлению в медицине – иатрохимии. Считая причиной хронических заболеваний расстройство химических превращений при пищеварении и всасывании, Парацельс ввел в лечебную практику различные химические вещества и минеральные воды. Наиболее видным его последователем был Я.Б.ван Гельмонт, который описал процессы ферментации в желудочном пищеварении.

Основатель современной анатомии А.Везалий (XVI в.) восстал против авторитета Галена и на основании систематического анатомирования трупов описал строение и функции тела человека. Большое влияние на медицину оказали разработка и пропаганда опытного метода исследований философом-материалистом Ф.Бэконом и развитие механики. В 1628 г. У.Гарвей описал кровообращение и тем заложил фундамент физиологии. С.Санторино с помощью построенных им весов изучал обмен веществ в организме человека и развил учение о солидарной патологии, согласно которому болезненное состояние – следствие нарушения движения мельчайших частиц организма. Использовав только что изобретенный микроскоп, А.Левенгук в 1676 г. описал живые микроскопические существа, чем положил начало микробиологии. М.Мальпиги в 1687 г. с помощью микроскопа открыл капиллярное кровообращение.

В области практической медицины наиболее важные события XVI в. – создание Дж.Фракасторо учения о контагиозных (заразных) болезнях и разработка А.Паре основ хирургии.

В XVIII в. описательный период развития медицины перешел в заключительную стадию. Возникли многочисленные медицинские «системы», пытавшиеся объяснить причины заболеваний и указать принцип их лечения.

Немецкий врач Г.Шталь выдвинул учение об анимизме (от лат. anima – душа), согласно которому болезненный процесс – это ряд движений, совершаемых душой для удаления из тела вредных веществ. Французские врачи Т.Борде, П.Бартез выступили с учением о «жизненной силе» (витализм). Ф.А.Месмер создал учение о «животном магнетизме». Систему гомеопатии основал С.Ганеман. Шотландец У.Куллен разработал теорию «нервной патологии», исходя из главенства «нервного принципа» в жизнедеятельности организма. Был создан и ряд других теорий и «систем».

Сторонникам умозрительных метафизических систем, основанных на абсолютизации какого-либо открытия или принципа, противостояли представители опытного знания.

Они настаивали на необходимости исследовать болезни путем их тщательного наблюдения. Метод наблюдения у постели больного лег в основу клинической и педагогической деятельности многих врачей XVII–XVIII вв., которые использовали достижения естествознания для критики умозрительных систем и обоснования материалистических представлений об организме и болезнях.

Рост промышленного производства привлек внимание к изучению профессиональных заболеваний, в частности, гигиены труда. Была установлена зависимость здоровья от условий труда и быта. Развитию клинической медицины в XIX в. способствовала разработка многих новых методов объективного исследования больного. Метод сопоставления клинических наблюдений с результатами посмертных вскрытий породил новые дисциплины – патологическую анатомию и гистологию, которые позволили установить локализацию и материальный субстрат многих болезней.

Исключительное влияние на развитие медицины оказало использование во многих странах экспериментального метода исследований для изучения нормальных и нарушенных функций организма.

Условия для теоретических обобщений в области медицины были созданы прогрессом физики, химии и биологии на рубеже XVIII–XIX вв.: открытие роли кислорода в горении и дыхании, Закона сохранения и превращения энергии, начало синтеза органических веществ. Ю.Либихом было разработано учение о полноценном питании и изучены химические процессы в живом организме, что привело к развитию биохимии.

Крупнейшее открытие XIX в. – открытие клеточной теории строения организмов, позволившей Р.Вирхову создать теорию, согласно которой заболевание – чисто локальный процесс, его сущность – морфологические изменения клеточных элементов, а важнейшая задача медицины – определить места, «где сидит болезнь». Представления о болезни стали связывать с определенными изменениями в строении клеток и органов, возникло учение о перерождении клеток, были описаны

многие формы опухолей и других заболеваний. Однако Вирхов и его последователи не удержались от универсализации открытых ими закономерностей. В результате вся патология была сведена к патологии клеток.

Многие современники Р.Вирхова не только не приняли эту теорию, но подвергли основные ее принципы критике, признали ограниченным анатомо-локалистическое мышление в то время, когда оно еще казалось незыблемым, противопоставляя ему синтетическое (комплексное) мышление. Этому способствовали успехи эволюционной теории (дарвинизма). Признание родства человека с животными привело к тому, что врачи стали шире применять эксперимент на животных для уяснения закономерностей жизни человека в условиях здоровья и болезней. К.Бернар в середине XIX в. работал над созданием экспериментальной медицины и заложил основы экспериментальной фармакологии и токсикологии.

Еще в первой половине XIX в. в России были заложены теоретические и экспериментальные основы развития физиологического направления, но особый расцвет его приходится на вторую половину этого столетия. Книга И.М.Сеченова (1863) «Рефлексы головного мозга» оказала решающее влияние на формирование материалистического мировоззрения русских физиологов и врачей. Наиболее полно и последовательно физиологическое направление и идеи нервизма были использованы в клинической медицине С.П.Боткиным, в свою очередь оказавшим глубокое влияние на И.П.Павлова. Принципы материалистической физиологии нашли отражение в нормальной физиологии, а затем и нейрофизиологии.

Процесс дифференциации медицинских знаний сопровождался формированием интегрирующей дисциплины – общей патологии, изучающей закономерности и развития патологических процессов. Илья Ильич Мечников (1845–1916) обосновал представление о воспалении как форме приспособительской реакции живой ткани на раздражение, разработал основы сравнительной патологии и положил начало общебиологическому направлению в медицине. Многие русские врачи следовали не органопатологии, а антропопатологии, под которой подразумевали познание всего болеющего человека как единого целого. Врачи стали говорить не только о диагнозе болезни, но и о диагнозе больного. Возникла индивидуализированная терапия – «лечение больного».

Современник С.П.Боткина Г.А.Захарьин довел до совершенства метод опроса (анамнез), суть которого заключалась в тщательном изучении условий труда и быта больных с целью установления причин болезней, путей их профилактики и «постижения связи всех явлений данного болезненного случая». А.А.Остроумов вслед за Захарьиным пропагандировал профилактику как важное направление врачебной деятельности. Он и многие другие полагали, что экспериментальный метод способен «заменить авторитет научным критерием».

В середине и особенно во второй половине XIX в. от терапии отпочковываются новые отрасли, прежде всего педиатрия – терапия детского организма.

До второй половины XIX в. представления о причинах заразных болезней носили гипотетический характер. В XVIII в. Д.С.Самойлович обосновал представление о контагиозном характере чумы и разработал начала ее эпидемиологии. Е.О.Мухин, М.Я.Мудров, а особенно И.Е.Дядьковский правильно трактовали причины распространения холеры. Поиски не только эффективного, но и безопас-

ного метода предупреждения заболеваний оспой привели Э.Дженнера в 1796 г. к открытию и применению первой вакцины, что позволило в дальнейшем радикально бороться с этим заболеванием путем оспопрививания. В XIX в. Н.И.Пирогов предположил зависимость нагноительных осложнений ран от живых возбудителей и предложил систему профилактических мер. И.Земмельвейс установил, что причина родильной горячки кроется в переносе заразного начала инструментами и руками медиков, ввел дезинфекцию и добился резкого сокращения смертности рожениц.

Важный этап развития медицины начинается с работ французского исследователя Л.Пастера (1822–1895), который установил микробную природу заразных болезней.

Основываясь на его исследованиях, английский хирург Дж.Листер (1827–1912) предложил антисептический метод лечения ран, применение которого позволило резко снизить число осложнений при ранениях и оперативных вмешательствах. Открытия немецкого микробиолога Р.Коха (1843–1910) и его школы привели к распространению ряда методов стерилизации, дезинфекции и асептики – совокупности мер, направленных на предупреждение попадания микробов в рану и заключающихся в обеззараживании всего, что соприкасается с раной или временно вводится в организм во время операции.

Микробиология и эпидемиология привели к открытию многочисленных возбудителей и переносчиков болезней и получили в разных странах столь высокое развитие, что вторая половина XIX столетия вошла в историю медицины как «бактериологическая эра», открывшая роль микроорганизмов в патологии человека.

Однако увлечение бактериологией имело теневую сторону, что проявилось в монокаулизме – резкому переоцениванию роли бактериальных возбудителей болезней.

Многие гигиенисты резко выступали против недооценки роли условий среды, в том числе и социальной. С творчеством И.И.Мечникова связаны переход к изучению роли самого организма в инфекционном процессе и выяснение причин невосприимчивости к заболеванию. Им разработано учение об иммунитете – невосприимчивости организма к возбудителям болезней, основную роль в котором он придавал фагоцитозу – активному захвату и поглощению живых и неживых частиц особыми клетками (фагоцитами) многоклеточных животных.

Успехи естествознания позволили создать научные основы санитарной гигиены и перейти от общих описаний к точному количественному и качественному изучению влияния различных факторов внешней среды на здоровье человека. Немецкие врачи Э.Нейман, Р.Вирхов и Р.Лейбушер выдвинули идею медицины как социальной науки, англичане С.Смит, Дж.Саймон и Э.Гринхау провели санитарные обследования условий труда, быта и питания рабочих и обосновали необходимость законов об общественном здравоохранении. К.Маркс и Ф.Энгельс использовали материалы санитарных исследований для критики капитализма и обоснования заключений о губительном влиянии капиталистической эксплуатации на здоровье пролетариата.

На рубеже XIX и XX столетий под влиянием быстро развивающихся естественных наук и технического прогресса обогащались и совершенствовались диагностика и лечение. Открытие рентгеновских лучей (1895–97) положило начало

рентгенологии. Возможности рентгенодиагностики были расширены применением контрастных веществ, массовых рентгенологических обследований (флюорография). Открытие естественной радиоактивности обусловили развитие радиобиологии, изучающей действие ионизирующих излучений на живые организмы.

Огромное значение для медицины имело внедрение в нее электроники. Появились принципиально новые методы регистрации функций органов и систем с помощью различных воспринимающих, передающих и записывающих устройств, обработки полученной информации в вычислительных машинах. Значительное влияние на медицину оказали развитие химии и физики, давшие новые методы исследований и принципов лечения, в частности, химиотерапию. Большое влияние на ход исследований оказало развитие генетики, что дало возможность приступить к лечению генетических патологий.

В 1928 г. англичанин А.Флеминг установил, что один из видов плесневого грибка выделяет антибактериальное вещество – пенициллин. Этим было положено начало мощному развитию антибиотикотерапии. В СССР отечественный пенициллин был получен в 1942 г. в лаборатории З.В.Ермольевой. С этого момента стали бурно развиваться методы получения и применения различных антибиотиков.

Успешно развивалось учение о витаминах – витаминология, определена роль гормонов и созданы методы гормонотерапии. Среди выделившихся дисциплин особое значение имели кардиология – изучающая сердечно-сосудистые заболевания, и гематология, изучающая систему крови и ее патологий.

Интенсивное развитие хирургии шло по нескольким направлениям. Возраставшие масштабы войн обусловили формирование военно-полевой хирургии; травматизма – развитие травматологии. Всемирное признание получили работы В.П.Филатова в области пластической хирургии. Продолжали совершенствоваться методы наркоза, который становился все более эффективным и безопасным.

В начале 20-х годов стала формироваться онкология, изучающая доброкачественные и злокачественные опухоли. В 1945 г. Л.А.Зильбер предложил вирусогенетическую теорию возникновения опухолей и стала формироваться вирусология.

Можно с уверенностью констатировать, что все области медицины за XX столетие получили новое качественное развитие и продолжают развиваться, а наряду с этим продолжают выдвигаться и новые медицинские дисциплины.

14.2. Достижения современной медицины

Не должно возникать сомнения в том, что медицина имеет в своем арсенале крупные успехи. Эти успехи связаны, конечно, с достигнутым за много лет пониманием глубинных причин всевозможных недугов и болезней и созданием, если можно так выразиться, технологий их преодоления – диагностики, всевозможных методов лечения, фармакологии, новейшего инструментария и т.д.

Советское государство уделяло вопросам здравоохранения населения исключительное внимание. В 1972 г. в СССР было 731,8 тыс. врачей (более четверти всех врачей мира). В стране была создана широкая сеть медицинских учреждений и вузов и создана материально-техническая база медицинской науки. Медицинские

исследования приобрели широкий размах. Была развита профилактика, которая считалась генеральным развитием медицины, развито санаторно-курортное лечение. Все это привело к тому, что общая смертность в 1972 г. по сравнению с 1913 г. сократилась в 4 раза, детская смертность – более чем в 10 раз. Средняя продолжительность жизни возросла с 32 до 70 лет. Советская медицина по своим результатам была признана лучшей в мире.

Особое значение у нас и во всем мире приобрели предохранительные прививки – метод профилактики инфекционных болезней, при котором введением в организм вакцин и имунных сывороток создается искусственный иммунитет, и которые тем самым предупреждают возникновение и распространение инфекционных болезней. Таким способом удалось полностью избавиться от оспы и резко сократить очаги распространения многих эпидемических болезней. Лечение многих болезней успешно проводится с помощью антибиотиков, начало чему было положено в 1928 г. открытием пенициллина.В настоящее время сильно развились методы диагностики, раннего распознавания и предупреждения болезней.

Больших успехов достигла хирургия. Стремление хирургов не только удалить пораженные органы, но и восстановить их, получило воплощение в распространении пластических (восстановительных)операций, направленных на устранение врожденных и приобретенных дефектов. В последние десятилетия получил распространение метод Елизарова наращивания костей внутри организма.

Особо следует отметить успехи кардиологии, связанные с диагностикой и лечением сердечно-сосудистой системы. В ряде стран, в том числе и в России, производятся успешные операции на сердце. В онкологии успешно применяются разнообразные физические методы лечения злокачественных опухолей.

Современная медицина идет в ногу с достижениями естествознания и пытается использовать все новинки науки и техники для предупреждения и лечения болезней.

14.3. Некоторые проблемы медицины

Как это ни покажется невероятным, но главной медицинской проблемой сегодняшнего дня являются проблемы социальные, связанные с общим кризисом общественных отношений как в мире, так и в нашей стране.

Капитализация страны привела к невиданным ранее негативным последствиям для здоровья населения. Резко увеличилась смертность и упала рождаемость. Убыль населения в России составила более 1 миллиона человек в год. Сократилась средняя продолжительность жизни, выросло число самоубийств. Имеются многочисленные случаи голодной смерти и зимнего замерзания на улицах нищих, бомжей и беженцев. Региональные войны привели к многочисленным жертвам, гибели и искалечиванию молодых мужчин. Безработица породила массовые уголовные преступления, приводящие к многочисленным жертвам.

Резко упала иммунология населения, особенно в северных, восточных и южных районах страны. Вновь массово возникли болезни, которые ранее, при социализме, были практически искоренены – венерические, туберкулез. Выросло и про-

должает расти число жертв СПИДа – синдрома иммунодефицита. Возникли проблемы с наркоманией и массовым алкоголизмом, появились «социальные слои повышенного риска» – проститутки и наркоманы.

Обострились проблемы санитарии и гигиены, охраны и оздоровления внешней среды проживания человека. Загрязнение воды, воздуха, почв, нарушение экологического равновесия в биосфере отрицательно сказываются на здоровье человека. Проблема экологии приобрела общемировое значение.

Все это является результатом резкого снижения уровня жизни населения, безработицы, разложения населения пропагандой буржуазного образа жизни. Без первоочередного решения социальных проблем развитие медицины в отдельных направлениях практически теряет смысл, потому что главной задачей медицины является не ее саморазвитие, а укрепление здоровья населения в целом.

Тем не менее можно выделить и ряд чисто медицинских проблем, которые обозначились в последние десятилетия.

В первую очередь это сердечно-сосудистые заболевания, злокачественные новообразования и нервно-психические расстройства.

Сердечно-сосудистые заболевания в структуре смертности экономически развитых стран составили 300–600 на 100 тыс. жителей. Особое значение приобрели проблемы ишемической болезни сердца, гипертония и сосудистые поражения центральной нервной системы, на которые приходится 80–85% всех случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний. Причинами их являются нервное напряжение, курение, недостаточная физическая активность, в ряде случаев – нерациональное питание, злоупотребление алкоголем. Все это говорит об их социальной обусловленности.

Смертность от злокачественных новообразований увеличилась за 50 лет в 2–3 раза, и в структуре смертности она занимает 2-е место. Ежегодно от рака умирает в мире более 2 млн. человек. Природа опухолевого роста полностью не раскрыта, и в этом направлении предстоит большая исследовательская работа.

Нервно-психические расстройства в ряде капиталистических стран называют проблемой № 1 здравоохранения. В США, например, они охватывают не менее 10% населения.

Все эти болезни носят системный характер и имеют в своей основе социальные причины. Для всех капиталистических стран, а теперь и для России, характерно противоречие между конкретными достижениями медицинской науки, практикой здравоохранения, материалистическим подходом большинства естествоиспытателей и медиков при конкретных исследованиях и общими идеалистическими концепциями в медицине, полагающими, что медицина может иметь какой-то прогресс при порочных общественных отношениях.

Что касается собственно медицинских проблем, то можно полагать, что весьма важное значение по-прежнему имеют поиски причин возникновения болезней и методов их предупреждения с учетом влияния на человека внешних факторов. Здесь, кроме традиционных, необходимо изучение энергетического состояния человека, его биополей, что до сих пор не стало предметом внимания официальной медицины и отдано на откуп так называемых «целителей», не всегда добросовестных. Целесообразно изучить методы народной и культовой медицины

с точки зрения информационно-энергетического воздействия на психику и состояние организма больного и выявить рациональное содержание этих непризнанных направлений. Это давно нужно сделать, ибо не могут тысячелетиями существовать методы, не приносящие объективной пользы людям.

Совершенно необходимо разобраться в механизме гомеопатии, когда разбавление лекарств доходит до такой степени, что в используемом объеме растворяющей воды не остается ни одной молекулы растворенного лекарства, а лечение тем не менее эффективно. Необходимо разобраться во всех тех способах и методах лечения, которые оказываются эффективными, несмотря на всю их «антинаучность» с точки зрения официальной медицины.

Таким образом, перед медицинской наукой и сегодня стоит немало проблем, над которыми нужно работать и врачам, и естествоиспытателям, и специалистам самых разных направлений.

Литература к главе 14.

1. Агаджанян Н.А. Человек и биосфера. Медико-биологические аспекты. М., Знание, 1987, 93 с.
2. Адо А.Д., Царегородцев Г.И. Борьба материализма и идеализма в учении о здоровье и болезни человека. М., Медицина, 1970, 100 с.
3. Заблудовский Л.Е. История медицины. М., Медицина, 1981, 352 с.
4. Мультановский М.П. История медицины, 2-е изд. М., Медицина, 1967, 272 с.
5. Петров Б.Д. От Гиппократа до Семашко: преемственность идей. М., Медицина, 1990, 165 с.
6. Розен Б.Я. Химия – союзница медицины. М., Медицина, 1976, 72 с.
7. Сорокина Т.С. История медицины, в 2-х т. М., Медицина, 1992, 386 с.
8. Спитковский Д.М., Вязов О.Е. Успехи современной молекулярной биологии и медицина. М., Знание, 1966, 47 с.

Глава 15. ЭКОЛОГИЯ

«Ирония заключается в том, что будущие поколения не имеют права голоса. В результате мы решаем за них...»
Чарльз Хитч. Экология

«Каждый человек стоит ровно столько, сколько стоит то, о чем он хлопочет».
Марк Аврелий. Наедине с собой

15.1. Краткая история становления экологии как науки

Экология (от греч. слова o'icos – жилище) – биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, видов, биоценозов (сообществ), экосистем, биогеоценозов и биосферы. Часто экологию определяют также как науку о взаимоотношениях организмов между собой.

Современная экология интенсивно изучает также проблемы взаимодействия человека, и биосферы и этот аспект проблемы в настоящее время становится основным.

Термин «экология» предложил в 1866 г. немецкий зоолог Э.Геккель, определяя экологию как «общую науку об отношениях организмов к окружающей среде», куда мы относим в широком смысле все «условия существования». На формирование экологии в XVIII в. оказали работы Линнея, Бюффона, Лепехина, в первую очередь в области зоологии, в которых изучался образ жизни организмов, а также зависимость их распространения и развития от различных факторов среды. Особенно велико было значение исследования географического распространения растений. Немецкий естествоиспытатель Гумбольд на основе многолетних наблюдений в Центральной и Южной Америке показал зависимость высотной и широтной поясности от температуры.

В России К.Ф.Рулье подчеркивал необходимость изучения животных во взаимодействии с другими организмами и средой обитания, особо отмечалась роль условий, создаваемых человеком (антропогенный фактор).

К середине XIX в. больших успехов достигла агрохимия. Согласно «закону минимума», сформулированному немецким ученым Либихом, в конкретных условиях не все питательные элементы почвы ограничивают урожай, а лишь содержащиеся в недостаточном для растения количестве.

Важный этап развития экологии связан с признанием необходимости целостного изучения естественной совокупности растений и животных. Такие совокупности называются биоценоз.

В начале XX в. ставится комплексная задача исследования совокупности растений и животных в их взаимодействии с абиотической средой. При ее решении большие успехи достигнуты в изучении внутренних водоемов, которые легче представить целостными системами и характеризовать обобщающими

показателями. Гидробиологи первыми начали изучать роль организмов в круговороте веществ и трансформации энергии в природе.

Количественное изучение кругооборота веществ на суше началось позднее – в 20–30-х годах XX в. Предпосылки к этому были созданы работами Докучаева в конце XIX в. в области почвоведения. Почва рассматривалась как особое естественноисторическое тело, образованное взаимодействием абиотических и биотических компонентов среды.

Значительными вехами явились работы Г.Ф.Морозова «Учение о лесе» (1912) и В.П.Сукачева «Введение в учение о растительных сообществах» (1915). В начале века американский ученый Р.Чемпен вводит понятие биотического потенциала, характеризующего скорость роста (размножения и выживаемости) популяции. Австралийский энтомолог А.Николсон (1933) описывает динамику численности как саморегулирующийся процесс. Всемирную известность получили экспериментальные работы с простейшими и микроорганизмами советского ученого Г.Ф.Гаузе, сформулировавшего принцип конкурентного исключения. Согласно этому принципу два вида, занимающие одну экологическую нишу, не могут сосуществовать в одном месте неограниченно долго.

В ходе развития экологии менялись ее содержание и определение. В 30-е годы считалось, что экология изучает адаптацию (приспособление) организмов к окружающей среде. В 50-х годах возникло экспериментальное направление изучения взаимодействия организмов, и экология стала определяться как наука о механизмах борьбы за существование. Стала изучаться внутривидовая и межвидовая конкуренция. Экологи вели работы в полевых условиях и анализировали колебания численности вредных грызунов и промысловых млекопитающих. То же стали делать и гидробиологи в связи с изучением биологической продуктивности водоемов.

Представления о трофических (пищевых) условиях позволило количественно охарактеризовать процесс превращения вещества и энергии при переходе с одного уровня на другой.

В 60–70-е годы наблюдается бурный рост экологических исследований. Характерной чертой экологии стало исследование процессов, охватывающих всю биосферу. Особенно пристально изучается взаимодействие человека и биосферы. С 1964 г. начались работы, проводимые в рамках Международной биологической программы.

Основная задача экологии на современном этапе – детальное изучение количественными методами основ структуры и функционирования природных и созданных человеком систем. Изучение популяций показало наличие у них сложной иерархической системы. Важное значение имеет изучение взаимодействия генетического состава популяций и ее экологических характеристик, взаимодействие популяций разных видов – конкуренция и хищничество.

Значительное влияние на методы экологии оказало развитие математики, моделирования, физики, философии. Расширились связи экологии с социологией, политической экономией, юриспруденцией, этикой.

На современном этапе развития человеческого общества, когда в результате

научно-технической революции усилилось его воздействие на биосферу, практическое значение экологии необычайно возросло. Экология должна служить научной базой любых мероприятий по использованию и охране природных ресурсов, по сохранению среды в благоприятном для обитания человека состоянии. Поднимается роль охраны природы и природопользования.

Научно-техническая революция связана с непрерывной интенсификацией и расширением масштабов хозяйственной деятельности общества. Это обостряет внимание к экологическим проблемам, в частности, к прямому и побочному влиянию производственной деятельности на состав и свойства атмосферы, тепловой режим планеты, фон радиоактивности, к загрязнению Мирового океана, водоемов суши и уменьшению запасов пресной воды, уменьшению запасов невозобновляемых ресурсов, выделению в биосферу неперерабатываемых биохимических и токсичных отходов, экологическому воздействию антропогенных, особенно урбанизированных ландшафтов, влиянию экологических факторов на физическое и психологическое здоровье человека и на генофонд человеческих популяций.

Ущерб, наносимый природе, можно четко разделить на две группы. К первой нужно отнести ущерб, который природа наносит себе сама. Это всевозможные стихийные бедствия – землетрясения, оползни, наводнения, лесные пожары, ураганы, смерчи и т.п. Здесь задача человечества заключается в том, что если не удается предотвратить такое бедствие, то нужно, по крайней мере, постараться минимизировать возможный ущерб. А это значит, что необходима служба предупреждения о возможных опасностях. И в этом плане особое значение приобретает понимание причин возникновения катаклизмов.

Ряд попыток понимания причин стихийных бедствий был предпринят несколькими исследователями. Среди них стоит остановиться на работах советского ученого, академика А.Л.Чижевского, о которых было упомянуто выше, в частности, на его книге «Эхо солнечных бурь».

Проведенные Чижевским исследования показали, что значительное число катаклизмов на Земле, включая всевозможные природные бедствия, связаны с появлением на Солнце пятен, число которых непосредственно оказывает влияние на состояние природы и жизни на Земле. Поэтому, основываясь на статистике прошлых лет и на данных наблюдений за состоянием Солнца, можно с высокой достоверностью предсказывать будущие стихийные события. Однако Чижевский не подчеркнул, что само состояние Солнца однозначно коррелируется с расположением планет вокруг него, о чем знали астрологи прошлых тысячелетий. Важное значение имеет также расположение Луны относительно Земли и ее фазы. А поскольку расположение планет и фазы Луны можно рассчитать с высочайшей точностью, то появляется серьезная возможность даже без прямых наблюдений за Солнцем предсказания многих природных событий на Земле. К сожалению, подобное направление делает лишь первые шаги и пока что отдано на откуп любителям.

Ко второй группе следует отнести ущерб, наносимый среде человеческим обществом в связи с развитием производства. Природа этого ущерба носит не

только и не столько технологический характер, сколько социальный, поскольку заставляет предпринимателей и производственников пренебрегать множеством возможностей по минимизации ущерба вследствие погони за прибылью.

Ниже приведен анализ некоторых видов ущерба, наносимого природе человеческим обществом.

Загрязнение морей и океанов

Водные пространства морей и океанов являются конечным вместилищем для подавляющего большинства отходов человеческой деятельности. Многочисленные сточные воды различного происхождения, химикаты, часть мусора и другие отбросы из промышленных и сельскохозяйственных источников посредством рек и грунтовых вод или другим способом рано или поздно поступают в моря и океаны.

Прибрежные морские воды могут также загрязняться в результате захоронения различных отходов, удаления нечистот и мусора с кораблей и особенно в результате аварийного попадания в море нефти и других веществ. В настоящее время, например, в Тихий океан сбрасывается ежегодно около 9 млн. тонн отходов, а в воды Атлантики – свыше 30 млн. тонн (на 1977 г.).

Газообразные токсические вещества, такие, как окись углерода, двуокись серы, попадают в морскую воду через атмосферу.

Загрязнения, поступающие в прибрежные воды, состоят из органических веществ, способных распадаться, из тяжелых металлов, практически не распадающихся, и различных токсических соединений, распадающихся медленно. Все эти вещества оказывают негативное влияние на биосферу морей и океанов, а в конечном итоге и на жизнь всей планеты.

Наиболее многочисленную и разнообразную по характеру воздействия на биосферу группу загрязняющих веществ составляют химикалии, минеральные масла, в первую очередь нефть, жидкие и твердые бытовые отходы и отходы промышленных производств, включая радиоактивные.

Среди химикалиев следует отметить свинец, поступающий в различных соединениях в океаны в количестве 150 тыс. тонн ежегодно, и ДДТ, рассеянный по поверхности Земли в количестве 1,5 млн. тонн. Подобно другим химическим веществам, он вымывается из почвы. Пестициды встречаются в различных районах Балтийского, Северного, Ирландского морей, в Бискайском заливе, у берегов Англии, Исландии, Португалии, Испании. Большие количества хлорорганических пестицидов – ДДТ и гексахлорана – обнаружены в печени и жире тюленей и атлантических пингвинов, а также в яйцах морских птиц. Загрязнение вод ДДТ привело к резкому сокращению запасов промысловых рыб в Атлантике.

Наиболее опасным и широко распространенным видом загрязнения морей и океанов являются минеральные масла и прежде всего нефть. В мире действует гигантский танкерный флот общей вместимостью более 120 млн. брутто-регистровых тонн, среди которых имеется 230 судов, обладающих вместимостью 200 и более тысяч тонн, в том числе два «полумиллионника». Однако подсчитано, что 200 тыс. тонн нефти достаточно, чтобы превратить все Балтийское море в пустыню. А аварии танкеров случаются достаточно часто.

В январе 1975 г. из танкера «Афран зодиак» водоизмещением 210 тыс. тонн, принадлежащего американской нефтяной компании, в залив Бантри попало 450 тонн нефти. В том же месяце сел на мель в Мелакском проливе японский супертанкер «Сева-Мару» водоизмещением 250 тыс. тонн, везущий ближне-восточную нефть. В корпусе танкера образовалась трещина, и нефтяные пятна покрыли поверхность пролива. Площадь самых крупных пятен достигала 50 кв. км. 26 сентября 1975 г. американский танкер «Транс Херон», имевший на борту 25 тыс. тонн нефти, потерял управление и налетел на рифы у берегов Индии. Из образовавшейся в корпусе пробоины вылилось 3,5 тыс. тонн нефти. Огромное нефтяное пятно площадью в десятки квадратных километров двигалось к побережью, грозя гибелью морским обитателям. Подобных аварий с тех пор случилось несколько десятков.

Но дело не только в авариях. Суда перед закачкой нефти необходимо промывать. В результате промывки трюмов в открытом море остается более 2 млн. тонн нефти.

По подсчетам специалистов только в результате судоходства и очистки танкеров в акватории океанов ежегодно попадает от 5 до 10 млн. тонн нефти.

Нефтяные пленки существенно нарушают обмен энергией, парами и газами между океаном и атмосферой. Растворимые компоненты нефти очень ядовиты, что нередко приводит к гибели морских обитателей и прежде всего рыбы и морских птиц, чем наносится большой урон природе и экономике многих стран.

В моря и океаны попадают жидкие и твердые бытовые отходы. Часть этих отбросов оседает, а часть под влиянием морских течений и ветра рассеивается в разных направлениях, являясь основной причиной загрязнения прибрежной полосы. Бытовые отходы опасны не только как передатчики некоторых болезней человека, главным образом, кишечной группы. Они содержат значительное количество кислородопоглощающих веществ, уменьшающих содержание кислорода в воде, необходимого для жизни морских организмов.

В последние годы особым видом твердых отбросов оказались пластмассовые изделия. Эти материалы легче воды, поэтому длительное время плавают на поверхности и выбрасываются на морские побережья, загрязняя их. Пластмассовые отходы представляют собой серьезную опасность для судоходства: они опутывают гребные винты или засоряют трубопроводы систем охлаждения двигателей и нередко становятся причиной аварий.

В результате выветривания ежедневно в Мировой океан поступает до 5 тыс. тонн ртути, используемой в сельском хозяйстве и промышленности. Отходы, содержащие ртуть, свинец и медь, локализованы в отдельных районах у берегов, однако некоторая часть выносится далеко за пределы территориальных вод, отравляя все.

По данным французского биолога А.Бомбара, особо высоким уровнем загрязнения отличается Средиземное море. На его дно оседает огромное количество вредных химических компонентов. Только у итальянского побережья в море ежедневно сбрасывается 2 тыс. тонн грязи, пропитанной отходами титанового производства, 178 тонн фосфора и 44 тонны азота. Ежегодно в средиземномор-

ские воды поступает 1 млрд. тонн различного вида промышленных отходов и бытового мусора, а также 300 тыс. тонн нефти с судов. Бомбар считает, что если не будут приняты экстренные меры, то северная часть моря окажется мертвой уже в ближайшее десятилетие, а через 25 лет погибнет морская флора и фауна всего моря. Практически уже исчезла мелкая морская рыба, вскоре не станет и тунца.

Известный исследователь океана Жан Ив Кусто с грустью писал, что за последние два десятилетия жизнь в океане уменьшилась на 40%. В течение 50 лет исчезло более тысячи видов морских животных, и их уже невозможно восстановить.

Особо следует остановиться на захоронении радиоактивных отходов. Основная цель их захоронения – изоляция этих опасных веществ от среды обитания человека на земле на период, достаточный для физического распада радионуклидов. Сброс твердых радиоактивных отходов начался практически одновременно с широким развитием атомной промышленности и энергетики. Особо много сбросов таких отходов сделано Англией (76,5%). Россия сбрасывала отходы в районе Новой Земли (север) и в районах, прилегающих к Приморскому краю, это представляет опасность не только для нынешнего, но и для будущего поколений.

Общее положение несколько сглаживается за счет того, что морская вода обладает огромной способностью к самоочищению. Важную роль в этом процессе играют температура воды, адсорбция, седиментация и прочее. Однако интенсивность этих процессов зависит от многих факторов, и море уже не в состоянии справиться с нефтью, которая хронически загрязняет акваторию. Особенно это сказывается в северных морях, где нефтепродукты могут сохраняться десятилетиями.

За 40 дней весь поверхностный пятисотметровый слой воды в океане проходит через фильтрационный аппарат планктона, а в течение года вся вода в океане очищается планктоном. Но и его возможности далеко не бесконечны.

Обилие воды на Земле – кажущееся. От состояния морей и океанов зависит вся жизнь на планете. Их надо беречь.

Парниковый эффект

Глобальное изменение климата на планете стало крупной научной и политической проблемой лишь в самые последние годы. Глобальное потепление является наиболее серьезной экологической угрозой XXI столетия, ее следствиями является изменение уровня океанов и морей. В течение XX столетия уровень моря повысился на 12 см, но рост температуры на 1,5–5,5 градусов приведет к повышению уровня океана от 20 до 165 см. Основной причиной является не разрушение ледникового покрова Антарктиды, а всего лищь температурное расширение воды. Само повышение температуры атмосферы связано с так называемым парниковым эффектом.

В настоящее время в атмосфере наблюдается рост содержания некоторых малых газовых составляющих, способствующих этому эффекту – углекислого газа (CO_2), закиси азота (N_2O), метана (CH_4), галогенопроизводных углеводородов и тропосферного озона. Все эти газы прозрачны для коротковолновой солнечной

радиации, но они поглощают и излучают длинноволновую радиацию и тем самым способны влиять на глобальный климат.

Увеличение концентрации CO_2 и других парниковых газов приводит к нагреву поверхности Земли и нижних слоев ее атмосферы. Следствием этого является изменение уровня моря, изменение структуры сельского хозяйства и лесоводства,– все в худшую сторону. Определено, в частности, что повышение средней температуры на 2 градуса приведет к среднему снижению урожая на 10%. Выходом из положения является снижение выброса углекислого газа в атмосферу, что требует сокращения объема сжигаемого на планете топлива, а это означает необходимость пересмотра структуры всей энергетики.

Следует, однако, отметить, что повышение температуры на Земле вовсе не обязательно связано только с парниковым эффектом. К этому могут иметь отношение изменения количества приходящей солнечной радиации, параметров земной орбиты, интенсивности вулканических выбросов, состава атмосферы и т.п. Тем не менее, нет никаких оснований сбрасывать со счетов и негативное влияние человеческой деятельности.

Эрозия почв

Среди жизнеобеспечивающих систем почва играет решающую роль, так как от нее зависит производство основной массы продуктов питания. Эрозия почв – естественный процесс, однако, как правило, он не приобретает угрожающих размеров до тех пор, пока почву защищает достаточно плотный растительный покров. Если же равновесие между почвой и растительностью нарушается, как это часто бывает при неумелом хозяйствовании, эрозия усиливается и вызывает катастрофические последствия.

Даже при естественном растительном покрове природе для формирования почвенного слоя мощностью 10 мм требуется от 10 до 400 и более лет, а почвенного слоя мощностью в 20 см – от 2000 до 8500 лет. Поэтому если почва исчезла, то для всех практических целей она исчезла навсегда.

Поверхностный смыв почв резко усилился по всей тропической зоне, где остро ощущается нехватка продуктов питания и где из-за особенностей рельефа, характера почвенного покрова и ливневых дождей почвы более подвержены эрозии, чем в зоне умеренного климата. Например, более половины территории Индии страдает от той или иной формы деградации почв: из 3,3 млн. кв. км общей площади земель 1,4 млн. кв. км подвержены эрозии, а еще 270 тыс. кв.км деградируют в результате наводнений, засоления и осолонения. Ежегодно только с площади в 800 тыс. кв.км смывается примерно 6 млрд.т почвы и более 6 млн.т питательных веществ, что превышает количество питательных веществ, вносимых с удобрениями.

Чрезмерная эрозия почв характерна не только для тропиков. В США, например, где существует служба охраны почв, ежегодно в результате поверхностного смыва разрушается 12 тыс. кв.км пахотной земли, не считая еще 12 тыс. кв.км, изымаемых на несельскохозяйственные нужды.

Почвы и растительность постоянно страдают от воздействия копытных жи-

вотных и тяжелых орудий труда человека. В результате 1/4 площади суши (около 38 млн. кв.км) грозит опустынивание. Процесс этот приобретает колоссальные масштабы. Едва продуктивные земли в результате «деятельности» человека становятся непродуктивными, полупустыни превращаются в пустыни, а пустыни – в абсолютные пустыни. Драгоценная почва либо уносится с поверхности земли «удобряя» океан, заполняя водохранилища и разрушая коралловые рифы, либо подвергается засолонению и осолонению. На значительной части планеты, там, где вчера росли два колоска, сегодня может вырасти только один. Весьма уязвимы, если не прилагать соответствующих усилий, засушливые земли, где осадки ничтожны, а испарение и транспирация – высокие. На их долю приходится примерно треть суши планеты, и они подвержены опустыниванию. Регионы, подверженные опустыниванию, занимают площадь в 20 млн. кв.км, что в два раза превышает площадь Кавказа. Такие регионы оцениваются степенью риска.

Очень высокая степень риска означает, что регион будет подвержен интенсивному опустыниванию, если не изменятся существующие условия. Такие территории в сумме занимают 3 млн. кв.км, что в шесть раз превышает площадь Франции. Большая часть таких территорий находится в Африке и Азии.

Высокая степень риска означает, что регион также будет подвержен опустыниванию, хотя и не столь быстрому, как в первом случае, если не изменятся соответствующие условия. Такие земли в сумме занимают 16,5 млн. кв.км.

Умеренная степень риска означает, что региону грозит опасность опустынивания, если не изменятся условия. Площадь таких земель также составляет порядка 20 млн. кв. км.

Площадь же всех земель с различной степенью риска опустынивания вместе с естественными пустынями, занимающими 8 млн. кв. км, в сумме составляет 30% всей поверхности суши. Опустынивание стало проблемой для 63 стран, в 24 из них (африканские и азиатские) вся или практически вся земля либо уже стала пустыней, либо подвержена сильному риску стать ею.

Опустынивание – это результат естественной уязвимости земли и человеческой деятельности, неразумного использования зон неорошаемого земледелия, перевыпаса скота и чрезмерных лесозаготовок. Однако рационализация человеческой деятельности может в корне изменить ситуацию. Так, многие засушливые земли, получив воду, становятся высокопродуктивными, для них большое значение имеют ирригационные системы. Они позволяют сажать деревья, создавать постоянный растительный покров, улучшать структуру почв и могут предотвратить опустынивание.

15.2. Сущность экологического кризиса

Сущность экологического кризиса на Земле заключается:

1) в недопустимо высоком уровне и прогрессирующем загрязнении среды обитания человеческого общества;
2) в исчерпании невозобновляемых источников энергии и сырьевых ресурсов, а также в хищническом истреблении фауны и флоры планеты.

Прогрессирующее загрязнение среды обитания касается всех земных сфер, с которыми так или иначе взаимодействует человек,– это литосфера, гидросфера, атмосфера, поверхность Земли, а также биосфера. Теперь к этому добавился и космос.

Влияние человека на литосферу заключается в некомпенсируемой добыче полезных ископаемых и образовании под землей обширных пустот, ничем не заполняемых, в проведении подземных взрывных работ и испытаний, включая ядерные, в возведении плотин и создании искусственных водохранилищ, напрягающих континентальные плиты, в создании многочисленных карьеров по добыче минерального сырья, а также и в других видах деятельности.

Влияние человека на гидросферу заключается в возведении тех же плотин, что приводит к уничтожению рыбы, но главное – в использовании рек для слива сточных вод и океанов для захоронения технологических отходов, а также отработанных видов вооружения, включая ядерные и химические.

Влияние человека на атмосферу заключается в отравлении воздуха ядовитыми отходами химических производств и выхлопами транспортных двигателей, включая наземный, воздушный и космический, в отравлении воздуха ядерными испытаниями и в аварийных выбросах ядерных реакторов, в перегреве атмосферы, вызванным повышенным содержанием углекислого газа и созданием так называемого парникового эффекта.

Влияние человека на поверхность Земли заключается в истощении почв, в выбрасывании технологических и бытовых отходов как на специально организованные свалки, так и просто на поверхность, в сливании производственных и бытовых отходов прямо на землю, в проведении всевозможных земляных работ и т.п.

Влияние человека на биосферу заключается в хищническом истреблении многих видов животных и растений без их возобновления. Примерами являются не только браконьерство и хищнический лов рыбы, но и, например, полное уничтожение в Северной Америке 10-миллионного стада бизонов, являвшегося кормовой базой индейских племен. Специально созданная «Красная книга» перечисляет сотни видов животных и растений, исчезнувших с лица планеты за последние десятилетия. Люди весьма безответственно вырубают леса, устраивают лесные пожары, выжигают старую траву, одновременно уничтожая насекомых, загрязняют водоемы и т.д., и т.п.

Наконец, влияние человека на космос заключается в том, что в космос выброшены многочисленные аппараты, многие из которых уже отработали свой срок, но продолжают там летать, отражательные предметы, выброшенные туда с экспериментальными целями, в проведении в космосе ядерных испытаний и пр.

К этому нужно добавить еще и электромагнитное загрязнение планеты многочисленными радиотехническими излучениями, также крайне неблагоприятно сказывающихся на людях и на окружающей среде.

Исчерпание невозобновляемых источников энергии и сырья касается в первую очередь запасов нефти и каменного угля, а также запасов руд и другого минерального и органического сырья.

Все перечисленное связано с расширением масштабов производства и с хищническим отношением к природе.

15.3. Человеческое общество и общественное производство

Человек отличается от других видов животных тем, что он является общественным животным и поэтому сумел наладить общественное производство.

Общественное производство характеризуется тем, что в нем существует разделение труда, когда одни люди производят один продукт, а другие – другой, обмен их между собой производится с помощью общего эквивалента – денег. А сами произведенные продукты становятся товаром, за продажу которого можно получить прибыль.

Стремление к получению прибыли всегда находилось в противоречии с требованиями экологии. Увеличение нормы прибыли неизбежно связано с попытками снижения себестоимости продукции, что достигается не только специализацией производства и расширением его масштабов, но и снижением расходов по компенсации ущерба, наносимого производством природе.

Леса вырубаются, а молодняк не сажается. Рыба вылавливается до полного истощения. Вредные отходы производств выливаются в реки, моря и океаны, отравляя все вокруг. И так далее, и тому подобное.

Но пока сам масштаб производства был относительно невелик, природе удавалось компенсировать наносимый ей ущерб. С расширением масштабов производства это становится все более затруднительно, а в ряде случаев и невозможно.

Но это лишь одна сторона дела, есть и вторая, еще более важная, связанная с кризисом производственных отношений, с кризисом самого товарного производства и товарно-денежных отношений.

На ранней стадии развития производства товарно-денежные отношения носили исключительно прогрессивный характер, стимулируя его развитие. Но с того момента, когда благодаря развитию техники себестоимость единицы продукции стала падать и производство, организованное какой-либо частной конторой, стало способным обеспечить своей продукцией не только целые страны, но даже целые континенты, положение изменилось. Конкуренция товаропроизводителей стала приобретать все более жесткий характер, что вынуждает их затрачивать все большие усилия для получения прибыли, ибо тот, кто не сможет получать высокую прибыль, конкуренции не выдерживает и разоряется.

Вынужденная погоня за прибылью не только не позволяет принимать товаропроизводителям меры экологической безопасности, но и заставляет их

искать выход из положения за счет тех, кто не способен противостоять внешнему нажиму.

Необходимость выживания товаропроизводителя в конкурентной борьбе вынуждает его:

- принимать меры по повышению нормы прибыли за счет расширения производства и сокращения затрат, в первую очередь за счет экономии рабочей силы и за счет увеличения экологического ущерба природе;
- принимать меры для выбивания конкурентов, завоевания рынков сбыта и поиска мест для размещения экологически вредных производств и захоронения экологических отходов.

Первое неизбежно ведет к росту социальной напряженности, второе – к росту напряженности между товаропроизводителями, влияние которых теперь стало охватывать целые страны и даже международные сообщества, к торговым и даже горячим войнам, применение в которых оружия массового уничтожения способно привести к гибели не только отдельные страны и народы, но и сделать непригодной для жизни всю планету.

Государственный контроль при этом становится неэффективным, поскольку во властные структуры начинают проникать представители крупных монопольных товаропроизводителей, которые сами себе устанавливают законы.

Появившиеся после второй мировой войны транснациональные корпорации и банки подчиняют своим интересам целые страны, и государственный контроль за их деятельностью и технологиями становится вообще невозможным.

В настоящее время уровень производства достиг такого уровня, что, например, одна Япония способна завалить высококачественными телевизорами весь мир. Специализация и автоматизация производства невиданно ускорили темпы его роста. Поскольку целью производства при капитализме является не благоденствие всех людей, а прибыль, получаемая владельцами производства, то лишние люди увольняются, чем создается социальная напряженность, а само производство становится избыточным, его товары не находят спроса, но продолжают производиться. Это приводит к избыточному потреблению сырья, использованию только «рентабельного» сырья, т.е. относительно дешево добываемого, остальное бросается, а сами шахты и рудники приводятся тем самым в негодное состояние.

Одновременно населению навязывается идеология потребительства, при котором потребление становится целью существования. При этом сроки годности изделий искусственно занижаются, все время меняется мода, во главу угла становятся престиж и предметы роскоши и т.п. Это все вынужденные меры, так как иначе производство может остановиться, и прибыль упадет.

В целях сокращения расходной части никакие меры, кроме сиюминутных, по обеспечению экологической безопасности не принимаются. Вредные производства отправляются туда где за них не надо платить, а население «нерентабельных» стран ставится в положение, когда оно превращается в «избыточное». Это теперь коснулось и России.

Следует заметить, что в нашей стране при социализме тоже далеко не все

было сделано в плане экологии. Это было связано с тем, что страна была поставлена в жесткие рамки выживаемости в условиях капиталистического окружения и была вынуждена противостоять «холодной войне», объявленной ей в 1947 г. Соединенными Штатами и Западной Европой. Ей была навязана гонка вооружений, обрекшая ее на непосильные траты. Фактически она была вынуждена применять те же методы и ту же технологию, да еще при неравных исходных позициях, когда вторая мировая война разорила страну, практически не затронув ни Западную Европу, ни тем более Соединенные Штаты. На обеспечение экологии в те годы в стране практически не было средств.

В странах бывшего СССР использование экологически нечистых технологий было вызвано необходимостью соревнования с передовыми капиталистическими странами, находящимися в значительно лучших условиях по многим параметрам, а именно:

– капиталистические отношения в них возникли раньше, чем в России, и поэтому они дальше ушли в своем промышленном развитии;
– прошедшие две мировые войны либо практически их не затронули совсем, как США, либо затронули минимально, так как, например, промышленность Германии сосредоточена в ее западной части и не подвергалась разрушению, в то время как в СССР основная промышленность была сосредоточена на Западе, и она вся была разрушена; промышленность Англии и Франции не пострадали вообще; Западной Германии специальным планом Маршалла была оказана громадная помощь со стороны США для ее восстановления и возможности будущего противостояния России;
– климатические условия и плодородие почв западных стран несравненно лучше, чем климатические условия и плодородие почв на большей части территории СССР и России.

Несмотря на всевозможные радужные сообщения руководителей государства о том, что по законам свободного рынка живет весь мир, на самом деле это совсем не так, никакого «свободного рынка» давно уже не существует.

Экологически опасные производства в развитых капиталистических странах находятся под контролем государств. Первоначальное накопление капитала в этих странах произошло тогда, когда производство еще не было развито, и поэтому передел собственности, неизбежно развязывающий конфликты, не приводил к крупным экологическим последствиям. Сейчас же, когда производство развито, наличие конфликтов вокруг передела собственности чревато экологической катастрофой не только местного, но и общероссийского и даже планетарного масштаба.

Таким образом, на современной стадии развития общества капиталистический способ производства становится угрозой жизни для всего человечества.

15.4. Попытки объяснения причин возникновения экологического кризиса

Современные буржуазные идеологи ищут причины экологического кризиса в чем угодно, только не в кризисе капиталистического способа производства. Тем самым они уводят в сторону и делают бесперспективными поиски решения экологической проблемы.

Широко распространено мнение, что виной экологического кризиса является научно-технический прогресс, который неизбежен, так как необходимо повышать жизненный уровень населения земного шара, а само это население увеличивается в своей численности и будет продолжать расти.

Такое мнение грубо ошибочно.

Население земного шара действительно увеличивается: в 1810 г. население земного шара составляло 1 миллиард человек, в 1930 г. – 2 миллиарда, в 1961 г. – 3 миллиарда, в 1975 г. – 4 миллиарда, к 2000 г. ожидается около 7 миллиардов человек. Предполагается, что к середине XXI столетия численность населения Земли застабилизируется на уровне 14–16 миллиардов человек.

Опыт показывает, что научно-технический прогресс оказался не в состоянии обеспечить высокий уровень жизни большинства населения земного шара. Дифференциация населения земного шара по уровню жизни уже привела и далее будет приводить к социальным конфликтам, включая войны как локального, так и крупного масштабов. И хотя сегодня наработаны многочисленные прогрессивные технологии, они не используются, действующие предприятия закрываются, а запасы сырья разлагаются и создают экологическую опасность.

Сегодня уже ясно, что при существующих общественных отношениях имеющихся ресурсов хватит только на 1 миллиард населения Земли, а при жесткой экономии – не более чем на 2 миллиарда, и на Западе создана теория «Золотого миллиарда». «Золотой миллиард» – это так называемое «основное» население Земли, которое олицетворяет собой «цивилизацию», т.е. население развитых капиталистических стран. Второй миллиард населения Земли является «полуосновным», а все остальное население планеты является «вспомогательным».

К «основному» населению отнесены – США, Япония, Англия, Германия, Франция, Италия и Израиль. К «полуосновному» – Канада, остальные страны Западной Европы и Австралия. Население остальных стран Европы, включая Россию и Восточную Европу, стран Латинской Америки, Азии и Африки отнесены к «вспомогательному» населению, так как оно не представляет собой «цивилизации».

Эта теория утверждает, что поскольку современное производство требует: а) сырья и б) захоронения производственных отходов, которые использовать в производстве нерентабельно, то вредные производства и экологически нечистые производственные отходы должны быть переведены в страны с вспомогательным населением, в первую очередь в Россию, поскольку даже африканские страны социально нестабильны, а Россия социально стабильна.

В целях сокращения населения этих стран нужны специальные меры. В частности, всякий раз, когда кому-то нужна медицинская помощь, общество должно решать, заслуживает ли нуждающийся в ней ее предоставления, поскольку медицина дорога и не каждый способен ее оплатить. Не все должны получать образование, тем более высшее и среднее. Образование людям нужно лишь постольку, поскольку они должны выполнять в производственном цикле определенные обязанности. Не всем людям должны быть обеспечены высокие жилищные нормы. И так далее. А поскольку не все народы в силу исторических условий развития рентабельны, то необходимо позаботиться о регуляции их численности.

Такая постановка не нова. Наиболее четко подобное мнение в свое время выразил английский экономист и священник, заведующий первой в мире кафедрой политэкономии Томас Мальтус, который еще в 1798 году, когда население земного шара составляло менее одного миллиарда человек, объяснял бедственное положение трудящихся и безработицу «абсолютным избытком людей» и полагал, что соответствие между численностью населения и количеством средств существования должно регулироваться эпидемиями, голодом, войнами, непосильным трудом, истребляющим огромные массы людей. Он писал:

«Человек, пришедший в занятый уже мир, если общество не в состоянии воспользоваться его трудом, не имеет ни малейшего права требовать какого бы то ни было пропитания, и в действительности он лишний на земле. Природа повелевает ему удалиться, и не замедлит сама привести в исполнение свой приговор».

«Регуляция численности» народов на земном шаре была проведена по меньшей мере два раза: первый раз в Центральной и Южной Америке в XVI веке, когда испанские колонизаторы полностью уничтожили 50-милионное население ацтеков и инков; второй раз в прошлом веке в Северной Америке, когда американские переселенцы – англичане и французы уничтожили большую часть коренного населения – индейцев, сначала лишив их продовольственной базы, перестреляв 10-миллионное стадо бизонов, затем массово продав индейцам зараженные оспой одеяла, зная, что в отличие от европейских переселенцев индейцы не вакцинированы, и проведя тем самым бактериологическую войну, а затем переселив их остатки в резервации, непригодные для проживания.

Нечто подобное ожидает и Россию, планы подобного рода уже реализуются.

Если до 1985 г.население России увеличивалось, то начиная с 1990 г. ее население стало сокращаться, в настоящее время оно сокращается в среднем на полтора миллиона человек в год.

Снижение жизненного уровня и невыплата заработной платы приводят к «естественной» убыли населения. Резко упала средняя продолжительность жизни. Увеличилось число самоубийств, в 1996 г. только в армии покончило с собой более 500 офицеров, а в 1997г. – 550.

Но в России численность населения застабилизируется и при нынешнем положении. Полезно вспомнить, что до революции только в XX столетии с 1900 по 1912 гг. было семь крупных голодов, при которых вымирали миллионы людей, при этом учет велся только русских и только взрослых. Хлеб при этом из

страны вывозился, так что ситуация была похожей. За время правления последнего царя Николая II умерло 96,8 миллиона детей. Но население России росло, хотя и медленно, так как повсеместно, особенно в деревнях, были многодетные семьи, доходившие и до 12, и до 18 детей, подавляющее большинство которых умирало, не дожив до пятилетнего возраста, но тогда никто из этого трагедий не делал: «Бог дал, Бог и взял!». Даже во время войн население сокращалось лишь временно, а затем численность его наращивалась. Вот такая перспектива.

Россия начинает использоваться в качестве кладбища экологически вредных отходов. Так, например, в 1997 г. в Челябинск через Финляндию прибыли поезда с радиоактивными отходами неизвестной станции отправления.

Но все это мелочи по сравнению с тем, что может возникнуть в ближайшее время в связи с общей капитализацией страны, в частности, в связи с приватизацией предприятий, особенно химических. Приватизация этих производств делает их фактически полностью бесконтрольными, а массовое увольнение рабочих создает конфликтную социальную ситуацию, при которой опасность диверсий резко возрастает не только со стороны конкурентов, но и со стороны работающих на предприятиях и тем более со стороны уволенных. И это не говоря уже о просто снижении общей ответственности за технику безопасности. Не вредно напомнить, что взрыв всего лишь одного резервуара для хранения фтора на Кирово-Чепецком химическом комбинате заставит всю Россию надеть противогазы, поскольку фтор – это смертельно ядовитый газ, малых доз которого достаточно, чтобы вызвать смерть. Об этом сообщило 20 сентября 1997 года телевидение. А таких комбинатов в стране десятки, один из них находится в Воскресенске под Москвой.

Таким образом, экологический кризис – реальность, а научно-технический прогресс оказался неспособным вывести человечество из этого кризиса.

15.5. Пути выхода из экологического кризиса

Основной причиной экологического кризиса во всех государствах земного шара является капиталистическое производство, при котором главной целью производства является не удовлетворение потребностей человека, а получение максимальной прибыли и связанная с этим конкурентная борьба.

Для России в последние годы с точки зрения экологической безопасности наиболее опасными факторами являлись:

- приватизация предприятий, особенно экологически вредных (химических, ядерных, металлургических и пр.), когда производство становится бесконтрольным со стороны государства, и когда неизбежные социальные конфликты, связанные с массовым увольнением, могут привести к диверсиям, а общее снижение ответственности и рост халатности приводят к авариям;
- наличие частной собственности на недвижимость и земельные участки, которые оказываются бесконтрольными со стороны государства, что

позволяет их владельцам, зачастую подставным, делать на них что угодно, вплоть до вредных производств и подготовки прямых диверсий современными техническими, химическими и биологическими методами; это становится особенно опасным в связи с планами НАТО, наличием терроризма и т.п.;

Но это, так сказать, российские факторы.

Общемировым же главным фактором экологического кризиса является погоня за максимальной прибылью путем:

- искусственного раздувания потребительства, ведущего к избыточному производству при снижении сроков пользования изделиями;
- сокращения себестоимости изделий за счет экономии на очистных сооружениях;
- отказа от использования уже существующих экологически чистых, но в начальный период освоения более дорогих технологий;
- вывоза вредных производств и экологических отходов на территории слаборазвитых стран.

Эти факторы привели к тому, что уже сегодня человечество оставляет после себя не утилизируемых природой отходов в 2000 раз больше, чем все остальные виды живой природы на Земле. Отходами называются те выбрасываемые вещества, которые не перерабатываются природой в течение 100–200 лет.

Таким образом, главной причиной экологического кризиса является капиталистический способ производства, стремящийся повысить норму прибыли, т.е. увеличить доходную часть, по возможности сократив расходную.

В каких же направлениях необходимо работать, чтобы избежать экологической катастрофы? Этими направлениями должны быть следующие:

1. Должна быть безусловно остановлена приватизация предприятий, в первую очередь тех, приватизация которых может грозить экологическими бедствиями; потенциально экологически опасные предприятия доолжны быть национализированы и возвращены государству с установлением на них жесткого экологического контроля;
2. Ни под каким видом не может быть узаконена продажа земли; за уже проданными землями должен быть установлен жесткий государственный контроль с целью недопущения на них появления экологически или социально вредных производств;
3. За всеми видами недвижимости должен быть установлен государственный контроль в части использования взятой в аренду земли, выстроенных помещений и т.п.;
4. При строительстве новых экологически опасных объектов должна обследоваться строительная площадка, хотя бы методами лозоходства (биолокации) во избежание установки опасных производств на геопатогенных зонах, как это случилось в Чернобыле;
5. Вырубка лесов, отстрел диких животных, лов рыбы могут производиться только при обеспечении их воспроизводимости; ответственность за браконьерство должна быть ужесточена.

В перспективе должна быть пересмотрена вся технико-экономическая политика развития производств, в том числе относительно гидростанций, теплостанций и ядерных АЭС, а также относительно топлив автомобилей. Поиск альтернативных источников энергии должен быть активизирован. Необходимо разрабатывать и внедрять безотходные производства и производства с замкнутыми циклами.

Это далеко не весь перечень необходимых мероприятий. В будущем законодательстве вопросам экологической безопасности должно быть уделено повышенное внимание.

Необходимо помнить, что Земля является общим домом всего человечества и на ней нет мест, которые можно загадить, не принеся ущерба всем.

Между тем существует социалистическое (в перспективе – коммунистическое) направление экономики, в котором главной целью является не выколачивание прибыли, а повышение уровня жизни всего населения. Тогда само производство становится подчиненным этой задаче, и если какая-то продукция оказывается излишней, то ее просто перестают выпускать. Увеличение производительности труда при такой постановке задачи приводит не к увольнениям, а к сокращению длительности рабочего дня, к улучшению жизненного уровня всех и к переключению усилий на нужды здравоохранения, образования, культуры и т.п. Это стабилизирует социальную обстановку и позволяет направлять избыточные средства на улучшение экологической обстановки. Никаких конфликтов при этом не возникает. Одновременно решается и демографическая проблема, потому что избыточное размножение населения есть естественная природная реакция биологического вида на полуголодное существование, об этом знали еще в прошлом веке, знают об этом и сейчас. А Земля, как утверждал еще великий ботаник академик К.А.Тимирязев, способна прокормить любое количество населения.

Сытое и относительно культурное население не только перестанет увеличиваться численно, но даже начнет сокращаться, все страны Европы тому пример.

При развитом производстве добрососедские отношения, построенные на системной нетоварной основе становятся главным условием выживания человечества и ликвидации экологического кризиса.

Все перечисленное выше приводит к однозначному выводу о том, что капиталистическое товарное производство изжило себя в целом на планете и что настала пора заменять его на плановое производство, построенное на нетоварной основе.

Понимание необходимости спасения земной природы и изменения для этой цели социальных условий на планете привело к появлению различных учений, пытающихся найти выход из создавшегося положения. Многие из них пытаются совместить несовместимое – капиталистическое производство с его рыночными товарно-денежными отношениями и воссоздание природы и социальное благополучие населения. Одним из таких учений является так называемая социальная экология.

Предмет и статус социальной экологии являются предметом дискуссий. Она определяется либо как системное понимание окружающей среды, либо как наука о социальных механизмах взаимосвязи человеческого общества с окружающей средой, либо как наука, делающая акцент на человеке как биологическом виде.

Многочисленные примеры разрушительной деятельности человека, интенсивное и нерациональное использование ресурсов биосферы – водных, газовых, биологических и других, усугубленное гонкой вооружений, испытаниями ядерного оружия и др. развеяло миф о бесконечности и неисчерпаемости ресурсов биосферы. Актуальной проблемой стала проблема разумного ведения земных дел в интересах всего человечества.

Экологическое мышление находит свое выражение в различных вариантах переориентации технологии и производства. Одни из них связаны с настроениями пессимизма и алармизма (тревоги), с точки зрения которых, первопричиной экологического кризиса является сам факт научно-технического прогресса, с возникновением доктрин «ограниченного роста», «устойчивого состояния» и т.п., считающих необходимым резко ограничить либо вообще приостановить технико-экономическое развитие.

Другие в противовес этой пессимистической оценке будущего развития человечества и перспектив природопользования выдвигают проекты радикальной перестройки технологии, избавления от ее просчетов, приведших к загрязнению окружающей среды, создания замкнутых технологий, новых технических средств и технологических процессов, приемлемых с экологической точки зрения. Однако большинство этих теорий исходят из незыблемости капиталистических производственных отношений и поэтому обречены на неудачу. Примером тому служит состоявшийся в 1992 г. в Рио-де Жанейро конгресс, выработавший серию рекомендаций ведущим капиталистическим странам, оставшихся всего лишь благими пожеланиями.

Тем не менее развитие экологических представлений послужило толчком к формированию экологической экономики, принимающей в расчет расходы не только на освоение природы, но и на охрану и восстановление экосферы. Развитие экологического мышления послужило стимулом к выдвижению новых человеческих ценностей – сохранения экосистем, отношения к Земле как к уникальной экосистеме, бережному отношению ко всему живому и к природе вообще.

Формирование экологического мышления в условиях капитализма сталкивается с отсутствием эффективности регуляции обмена веществ между обществом и природой. Отрицательные последствия воздействия на биосферу оказываются столь внушительными, что о нем говорят как об экологическом кризисе.

Предпосылки для рационального регулирования человеком обмена веществ с природой впервые были созданы в социалистическом обществе. К сожалению, Советское государство не всегда могло уделять должное внимание экологическим проблемам, следствием чего явился ряд крупных экологических просчетов. Тем не менее только социалистическое государство способно планомерно осуществлять долгосрочные программы, направленные на сохранение и улучшение среды обитания, на преодоление отрицательных экологических последствий научно-технического прогресса. Планетарный характер воздействия человека на среду обитания требует международного сотрудничества, осуществления общенациональных и межгосударственных мероприятий.

Подлинная возможность выхода из экологического кризиса заключается в

изменении производственной деятельности человека, его образа жизни, его сознания. На первом месте здесь стоят отказ от погони за прибылью и отказ от попыток порабощения одних народов и стран за счет других, что позволит сначала ограничить, а затем сократить армии и вооружения до их полной ликвидации.

Научно-технический прогресс создает не только перегрузки для природы, в наиболее прогрессивных технологиях он дает средства предотвращения негативных воздействий, создает возможности экологически чистого производства. Возникла не только острая необходимость, но и возможность изменить суть технологической цивилизации, придать ей природоохранительный характер.

Одно из направлений такого развития – создание безотходных производств, в которых все исходное сырье в конечном счете превращается в ту или иную продукцию. Если учесть, что 98% исходного сырья современная промышленность переводит в отходы, то станет понятной необходимость решения этой задачи.

Анализ показывает, что 80% отходов теплоэнергетической, горнодобывающей, коксохимической отраслей годны для использования. При этом получаемая из них продукция зачастую превосходит по своим качествам изделия, изготовляемые из первичного сырья. Например, зола тепловых электростанций, используемая в качестве добавки при производстве газобетона, в два раза повышает прочность строительных панелей и блоков. Большое значение имеет развитие природовосстановительных отраслей (лесное, водное, рыбное хозяйство), разработка и внедрение материалосберегающих и энергосберегающих технологий.

Экологически чистыми являются и некоторые альтернативные (по отношению к тепловым, атомным и гидроэлектростанциям) источники энергии (таблица 15.1). Необходим быстрейший поиск способов практического использования энергии Солнца, ветра, приливов, геотермальных источников. Перспективным является использование энергии эфира, распространенного повсеместно.

Табл. 15.1.

Естественное преобразование энергии	Техническое преобразование энергии
Геотермальное тепло Земли	Геотермальные теплостанции
	Геотермальные электростанции
Испарение атмосферных осадков	Гидроэлектростанции
Движение атмосферного воздуха	Ветроэнергетические установки
Морские течения	Морские электростанции
Приливы и отливы	Приливные электростанции
Движение волн	Волновые электростанции
Теплотворная способность поверхности Земли и атмосферы	Тепловые электростанции
	Тепловые насосы
Производство биомассы (фотосинтез)	Теплоэлектростанции на биомассе
	Теплообменные устройства
Непосредственное преобразование энергии солнечного света	Фотоэлектричество
	Солнечный тепловой коллектор

Экологическая ситуация вызывает необходимость оценивать последствия любой деятельности, связанной с вмешательством в природную среду. Необходима экологическая экспертиза всех технических проектов. Время не ждет, и наша задача всеми доступными методами стимулировать всякую инициативу, направленную на создание и внедрение новейших технологий, способствующих решению экологических проблем.

Литература к главе 15.

1. Барабанов В.Ф. Научно-техническая революция и судьбы природы. М.,Знание, 1979, 36 с.
2. Беззубов А.А., Беззубов А.Д. Химия и охрана природы. М., Знание, 1979, 43 с.
3. Берегите эти земли, эти воды. (Круглый стол по проблеме Человек и природа). Сб. ст. под ред. В.Агулькина. М., Знание, 1988, 188 с.
4. Биосфера и ее ресурсы. Сб. ст. под ред. Н.Филиковского. М., Знание, 1982, 95 с.
5. Болин Б., Ягер Дж., Деес Б.Р. Парниковый эффект. Изменение климата и экология. М., Мир, 1989, 556 с.
6. Бондаренко В.Д. Культура общения с природой. М., Агропромиздат, 1987, 172 с.
7. Вишнякова Т.Н. Хозяйствовать, оберегая природу. М., Колос, 1983, 224 с.
8. Гаев А.Я., Самарина В.С. Наши следы в природе. М., Недра 1991, 151 с.
9. Зарубин Б.П. Окружающая среда и здоровье. М., Знание, 1977, 128 с.
10. Кучер Т.В., Колпащикова Н.Ф. Медицинская география. М., Просвещение, 1996.
11. Кэррингтон Р. Биография моря. Л., Гидрометеоиздат, 1966, 239 с.
12. Миллер, Пайер. Жизнь в окружающей среде. М., Прогресс 1993 – 252 с., 1994 – 334 с., 1996 – 394 с.
13. Мильгунов А.Е. Сокровищам Земли – надлежащую охрану. М., Недра, 1977, 132 с.
14. Митрошкин Н.П., Шапошников А.К. Человек и природа. М., Знание, 1974, 143 с.
15. Мурманцев В.С., Южина Н.В. Человек и природа: гармония или конфликт? М., Сов. Россия 1982, 176 с.
16. Петров К.М. Общая экология: взаимодействия общества и природы. С.-Пб., изд-во С.ПбУ, 1994, 214 с.
17. Плотников В.В. На перекрестках экологии. М., Мысль, 1985.
18. Проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду. Сб. статей. М ., Наука, 1985, 143 с.
19. Риффо К. Будущее – океан. Ресурсы океана. Освоение глубин. Новые границы. Л., Гидрометеоиздат, 1978, 272 с.
20. Роун Ш. Парниковый эффект. Пер. с англ. М., Мир, 1993, 318 с.
21. Рыженков А.П. Физика и экология. М., Прометей, 1989, 191 с.
22. Саевич П.Ф. Охрана возобновляемых ресурсов. Минск, Урожай, 1992, 229 с.
23. Сенин В.И. Охрана окружающей среды от промышленных загрязнений. М., Знание, 1981, 40 с.
24. Сидоренко А.В. Человек, техника, земля. М., Недра, 1967, 67 с.
25. Фурсов В.И. Человек и природа: век XX. Алма-Ата, Кайнар, 1983, 224 с.
26. Хефлинг Г. Тревога в 2000 году. Бомба замедленного действия на нашей планете. Пер. с нем. М., Мысль 1990, 270 с.
27. Человек и науки о природе. Сб. ст. М., Знание, 1991, 92 с.

Глава 16. СОСТОЯНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

«Новая физика свихнулась в идеализм, главным образом, именно потому, что физики не знали диалектики».
В.И.Ленин. Материализм и эмпириокритицизм

16.1. Система современного научного знания и ее структура

Наука – сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. Наука включает в себя как деятельность по получению нового знания, так и сумму научных знаний – научную картину мира. Таким образом, наука – это добывание новых знаний и обобщение уже добытых.

Цели науки – описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности на основе открываемых ею законов, т.е. теоретическое отражение действительности. Соответственно целью естествознания является описание, объяснение и предсказание процессов и природных явлений на основе открываемых им законов, т.е. теоретическое отражение природных явлений и их общих закономерностей.

В XIX и особенно в XX столетиях наука превратилась в производительную силу общества, причем по мере развития общества наука играет все большую роль в развитии производительных сил.

Структура науки – естественные, общественные и технические.

Классификация науки:

Философские науки – диалектика, логика.

Математические науки – математика, математическая логика, практическая математика.

Естественные и технические науки – астрономия (и космонавтика), астрофизика, физика, химическая физика, физическая химия, химия (и химико-технологические науки с металлургией), геохимия, геофизика, геология, физическая география, биология (и сельскохозяйственные науки), физиология человека (и медицинские науки), антропология.

Социальные науки – история, археология, этнография, экономическая география, социально-экономическая статистика, науки о базисе и надстройке (политэкономия, науки о государстве и праве, история искусства и пр.), языкознание, психология и педагогическая наука.

По своей направленности по отношению к практике науки делятся на ***фундаментальные*** (познание законов, управляющих поведением и взаимодействием базисных структур природы, общества и мышления) и ***прикладные*** (применение результатов фундаментальных наук для решения социально-практических проблем).

К естествознанию относятся фундаментальные естественные науки – астрономия, астрофизика, физика, химическая физика, физическая химия, химия, геохимия, геофизика, геология, физическая география, биология, физиология человека, антропология. Эти науки являются базой для технических наук и основой их технологий.

Уровни исследований – эмпирические (факты, получаемые с помощью наблюдений и констатирующие качественные и количественные характеристики) и ***теоретические*** (наличие особых абстрактных объектов – моделей и связывающих их абстрактных законов). Для теоретического уровня характерны приемы – гипотезы, моделирование, идеализация, абстракция, обобщение, мысленный эксперимент и пр.

Соответственно этому всех ученых, работающих в области естествознания, можно разделить на две группы:

– ***ученых-исследователей***, изучающих конкретные явления, получающих первичный материал о природных явлениях на основе проведения экспериментов;
– ***ученых-теоретиков***, обобщающих полученные исследователями данные и находящих общие закономерности.

Первые для получения результатов общаются с природой непосредственно, вторые работают с опосредованными данными, полученными от исследователей. Таким образом, вторая группа ученых непосредственного контакта с природой в исследуемых ими областях не имеет.

Вся природа может быть разделена на неживую и живую. Соответственно все направления естествознания могут быть отнесены к одной из этих областей. Но в основе и той, и другой области лежит химия, основой которой является физика. Именно физика и ее законы лежат в основе всех материальных структур, явлений и процессов природы и определяют их сущность. Поэтому законы физики и ее методология существенным образом определяют содержание и методологию естествознания. В связи с этим на физиках лежит особая ответственность не только за состояние и развитие самой физики, но и за состояние и развитие естествознания в целом. И поэтому к физике и в особенности к ее теоретическим основам должны предъявляться повышенные требования.

16.2. Структура современной теоретической физики

В основе современной теоретической физики лежат три блока:
– классическая механика И.Ньютона;
– специальная теория относительности А.Эйнштейна;
– квантовая механика.

Классическая механика Ньютона является следствием выводов из накопленного естествознанием опыта. Все три закона механики Ньютона были выведены им на основании анализа многочисленных опытных данных, а Закон всемирного тяготения вообще явился аппроксимацией опытных данных Кеплера, полученных им на основе измерений углового положения планет на небосводе. Некоторое несоответствие результатов измерения положения двух планет (Меркурия и Плуто-

на) были обнаружены значительно позже, так же как, и один из космологических парадоксов – гравитационный парадокс Зелигера. И то, и другое явилось следствием идеализации законов Ньютона, это не требует полного пересмотра закона, но заставляет отказаться от его идеализации и думать об учете ранее не учтенных факторов и об уточнении формулы закона. Но уточнение ранее полученных закономерностей является естественным для любой развивающейся области науки.

Специальная теория относительности (СТО), впервые в 1905 г. изложенная в статье А.Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел», в отличие от законов Ньютона, не является следствием накопленного опыта естествознания. Мало того, ее автором и последователями были провозглашены принципиальный отказ от методологии классической науки и «революционный» подход к решению главной, по их мнению, цели науки – дать «простое» и «красивое» математическое описание природных явлений.

Основным методом для этого был избран метод выдвижения постулатов – предположений или «принципов», которым, по мнению их авторов, должна соответствовать природа.

В основу СТО было положено пять (а не два, как обычно пишут авторы книг по СТО) постулата, которые реально находились в противоречии с опытными данными: самым главным постулатом СТО является отсутствие в природе эфира, а на самом деле исследователями эфирного ветра были получены вполне достоверные и положительные результаты. Только пренебрежение существованием эфира в природе дало возможность автору СТО выдвинуть остальные постулаты.

Развитие СТО позволило Эйнштейну сформулировать новые эффекты, которых раньше в классической физике не было – существование предельной скорости взаимодействия – скорости света в вакууме, относительность одновременности, замедление течения времени, сокращение продольных размеров тел при движении, увеличение массы тел с увеличением их скорости, универсальную связь между энергией и массой, фактически их эквивалентность.

Квантовая механика также появилась в начале XX столетия. Толчком к ее созданию послужили три, казалось бы, не связанные между собой группы явлений, предположительно свидетельствовавших о неприменимости обычной классической механики. Ими являлись: установление на опыте двойственной природы света (корпускулярно-волновой дуализм), спектральные закономерности, открытые при исследованиях электромагнитного излучения атомами (излучение абсолютно черного тела), и невозможность объяснения устойчивости существования атома в рамках планетарной модели атома, разработанной Э.Резерфордом в 1911 г. и неправильно приписываемой Н.Бору.

Суть корпускулярно-волнового дуализма света заключается в том, что в одних явлениях (интерференция, дифракция) свет вел себя как волна, а в других (давление на препятствие) как частица.

Квантовые представления были впервые введены в физику в 1900 г. Планком, который этим разрешил противоречия в теории электромагнитного излучения, предположив, что свет излучается определенными порциями и что энергия каждой такой порции – кванта – пропорциональна частоте излучения, т.е. $E = hn$, где h – постоянная величина (постоянная Планка).

Противоречия планетарной модели атома разрешил в 1913 г. Н.Бор, выдвинувший постулат о стационарности атомных орбит. Чтобы не излучать энергию в пространство, электроны, по его мнению, должны занимать каждый одну из «разрешенных» стационарных орбит. Тогда излучения не будет, и атом станет устойчивым.

Всего в основу квантовой механики различными авторами положены девять не связанных друг с другом постулатов, выдвинутых ими в период с 1900 по 1925 г.

Развитие Специальной теории относительности применительно к гравитации привело к созданию ОТО – Общей теории относительности, или, как ее называют, теории тяготения. ОТО была создана Эйнштейном в 1915 г. без стимулирующей роли новых экспериментов, путем логического развития принципа относительности на гравитационные взаимодействия. В новой теории Эйнштейн по-новому интерпретировал установленный еще Галилеем факт равенства гравитационной и инертной масс. Теория тяготения Эйнштейна привела к новым представлениям об эволюции Вселенной, «Большому взрыву» и расширению Вселенной.

Развитие кантовой теории привело к созданию квантовой теории поля – КТП, в которой квантовые принципы распространены на физические поля, рассматриваемые как системы с бесконечным числом степеней свободы. Любой процесс в КТП рассматривается как уничтожение одних частиц в определенных состояниях и появление новых частиц в новых состояниях. Сам физический процесс уничтожения и появления частиц в КТП не рассматривается.

Первоначально КТП была построена применительно к взаимодействию электронов, позитронов и фотонов, в таком виде она получила наименование квантовой электродинамики. Согласно квантовой электродинамике взаимодействие между заряженными частицами осуществляется путем обмена фотонами, причем электрический заряд «е» частицы представляет собой константу, характеризующую связь поля заряженных частиц с электромагнитным полем фотонов.

По современным представлениям КТП является основой для описания элементарных взаимодействий, существующих в природе. Однако из-за бесконечного числа степеней свободы у поля взаимодействия эта теория привела к математическим трудностям, которые не удалось преодолеть.

Разработанные в квантовой электродинамике методы пытались применить для расчетов слабого и сильного ядерных взаимодействий, однако и здесь возникли проблемы, и эта попытка не увенчалась успехом.

Так называемая универсальная теория слабых взаимодействий, возникшая как развитие квантовой теории поля, ввела в рассмотрение переносчики слабого взаимодействия – промежуточные векторные бозоны, которые, однако, обнаружены не были.

Трудности же создания теории сильных ядерных взаимодействий оказались связанными с тем, что из-за большой константы связи между нуклонами методы теории возмущений оказались неприемлемыми, поэтому стали развиваться методы, основанные на общих принципах квантовой теории поля – релятивистской инвариантности, аксиоматике и применении принципов симметрии. Последнему подчинены вообще все физические теории.

Дальнейшим развитием этих принципов явилась теория кварков, которых было сначала три, затем к ним добавилось еще три антикварка, затем все они стали

приобретать «цвета», «очарование» и даже «запах». На этой основе родилась квантовая хромодинамика, а затем теория суперструн, в которой главным действующим агентом являются пространственно одномерные отрезки длиной 10^{-33} см, не имеющие толщины. Предполагается, что на таких размерах появляются шесть дополнительных пространственных измерений, которые компактифицированы, т.е. не распространяются в область макромира. Теория суперструн является следствием объединения квантовой теории поля с ОТО – Общей теорией относительности. При этом предполагается, что в основе физического мира находится 17 элементов – 6 лептонов, 6 кварков, 4 векторных бозона, 1 гравитон, из которых обнаружено пока 6 лептонов и фотон, а остальные пока не обнаружены.

Теория супергравитации оперирует 8 суперсимметриями, 8 гравитино и т.п.; имеется список хаплонов, включающих 1 гравитон, 8 гравитино, 28 бозонов со спином, равным 1, 56 фермионов со спином 1/2, 70 бозонов со спином 0. Тогда, как полагает автор этой идеи Гелл-Манн, если в теории и будут расходимости, то очень слабые...

Многие теоретики занялись идеей дополнительных пространственных измерений в рамках теорий Капицы-Клейна. Авторы этих теорий считают пространство-время не 4-мерным, а 5-мерным. Но есть теории, оперирующие 10-мерным пространством и даже 506-мерным!

Итак, в основе всей современной теоретической физики находятся ***Специальная теория относительности*** Эйнштейна – СТО и ***квантовая механика*** (рис. 16.1).

Общая теория относительности – ОТО, или «теория гравитации» Эйнштейна имеет в своей основе тот же 4-мерный интервал, что и СТО, т.е. в основе ОТО находится СТО.

Квантовая статистика является прямым следствием квантовой механики.

Квантовая теория поля и ее первоначальная часть квантовая электродинамика являются объединениями и дальнейшим развитием СТО и квантовой механики применительно к физическим полям.

Квантовая хромодинамика – теория сильных взаимодействий есть результат слияния квантовой механики и СТО.

Принципы симметрии есть привлечение геометрических форм с использованием свойств пространства-времени, выведенных их СТО.

Теория суперсимметрии есть дальнейшее развитие принципов симметрии.

Теория суперструн есть результат объединения квантовой теории поля и общей теории относительности.

При этом все перечисленные разделы теоретической физики феноменологичны, т.е. носят описательный характер, их целью является получение непротиворечивого математического описания, а не вскрытие внутренних механизмов явлений. Физическая суть в них выискивается из математических законов, а не наоборот, как это было в классической физике.

Все современные физические теории постулативны, т.е. базируются на неких исходных положениях, аксиоматически принимаемых за истину, общее число постулатов составляет несколько десятков.

Все они сводят сущность физических процессов к пространственно-временным искажениям.

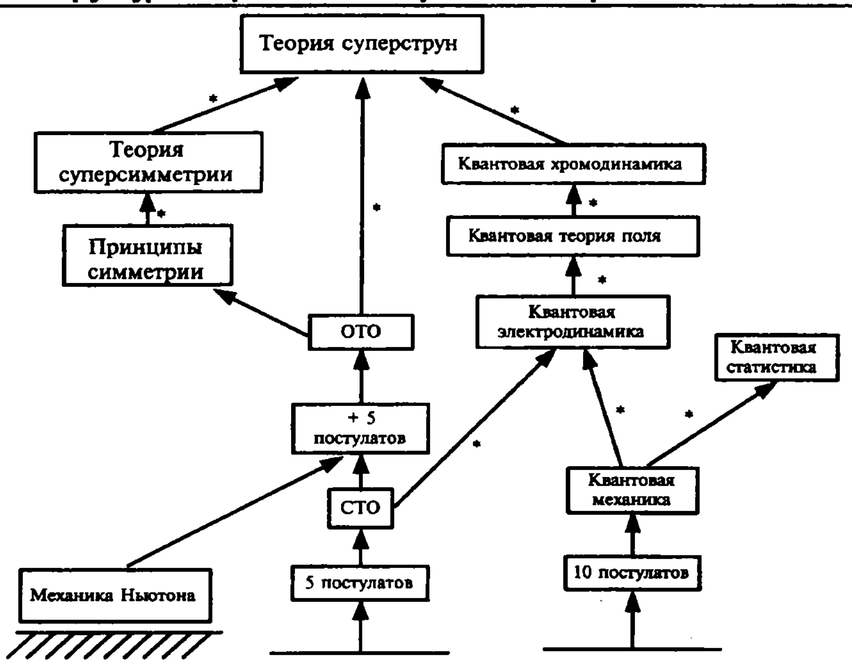


Рис. 16.1. Структура современной теоретической физики. Знаком * отмечены дополнительные постулаты, вводимые для создания новой теории.

Таким образом, созданная в XX в. теоретическая физика, имеющая в своей основе Специальную теорию относительности Эйнштейна и квантовую механику, основана не на обобщении опытных данных, а на постулатах, следствия из которых соответствуют лишь отдельным опытным данным. Эти теории не обладают преемственностью с теориями классической физики, отказываются от модельных представлений и от причинно-следственных связей, процессы микромира рассматривают как некие вероятностные процессы, не имеющие физических причин. Эти теории предполагают неевклидовость пространства и непостоянство течения времени. Энергия в современной физической теории эквивалентна материи, математика превалирует над физикой, а сама физика оказывается подчиненной абстрактной математике.

16.3. Теория относительности Эйнштейна

16.3.1. Специальная теория относительности (СТО)

Представления об *эфире* – всепроницающей идеальной светоносной среде, заполняющей все мировое пространство, сопровождали всю историю естествознания с древнейших времен. Есть все основания считать, что идеи эфира были широко распространены еще в глубокой древности. Существование эфира в природе не вызывало никакого сомнения до начала XX столетия. И единственно, чего не хватало, это четкого представления об его физической природе и значениях его физических параметров. Эфир всегда идеализировался, большинство исследователей полагало, что это идеальная, т.е. невязкая и несжимаемая жидкость и что основное ее назначение – передавать свет, сущностью которого, как полагали тогда, являются поперечные волны, распространяемые в эфире. Никакой иной связи между эфиром и веществом не предполагалось. О существовании в природе какихлибо иных взаимодействий тогда не знали.

К концу XIX столетия в науке преобладала теория абсолютно неподвижного в мировом пространстве эфира. Эта теория в дальнейшем была развита нидерландским физиком Х.Лоренцем и с тех пор носит его имя, хотя на самом деле она возникла значительно раньше.

Однако до этого, в 1851 г. французским физиком Физо был проведен эксперимент, показавший, что свет частично захватывается движущейся средой, что свидетельствовало об его неидеальности и о том, что он может быть и не весь неподвижен, но этому не было придано должного внимания.

В 1877 г. в 8 томе Британской энциклопедии появилась статья Дж.К.Максвелла, в которой обращалось внимание на возможность обнаружения эфирного ветра («ether drift») на поверхности Земли, движущейся по орбите вокруг Солнца со скоростью около 30 км/с. «К сожалению, – отмечал Максвелл, – все опыты по определению скорости света требуют возврата луча света в исходную точку для сопоставления и построения интерференционной картины. Поэтому отклонение будет слишком мало и вряд ли кто-нибудь сумеет построить интерферометр столь высокой чувствительности».

Следует заметить, что Максвелл был прав, поскольку смещение интерференционных полос для подобного эксперимента составляет

$$\Delta\lambda = 2Dv^2/c^2 ,$$

где D – длина оптического пути, а c – скорость света, и при скорости эфирного ветра на поверхности Земли, равной v = 30 км/с и D = 1 м эта величина составит

$$\Delta\lambda = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м},$$

или 0,04 ширины интерференционной полосы.

Эти трудности не испугали молодого американского физика А.Майкельсона, который построил в 1880 г. лабораторный крестообразный интерферометр с

длиной оптического пути в 1,2 м и, к его удивлению, не получил ожидаемого смещения. Смещение было хаотическим и весьма малым. Прибор обнаружил высокую чувствительность ко всякого рода вибрациям. Поэтому Майкельсон с помощью профессора Э.Морли в 1886 г. построил второй интерферометр с длиной оптического пути в 11 метров, и в нем были приняты меры против чувствительности к вибрациям: прибор был помещен на поплавок, плававший на ртути.

Однако и на этот раз смещение интерференционных полос было в сто раз меньше ожидавшегося, что соответствовало относительной скорости эфирного ветра на поверхности Земли не в 30 км/с, а всего лишь в 3 км/с, что никак не было объяснено.

Еще в 1895 г. Лоренцем и независимо от него Фицжеральдом было выдвинуто предположение о том, что поскольку все связи между атомами имеют электрическую природу, то нужно рассматривать искажение поля электрических зарядов при их движении сквозь эфир. Эти искажения должны приводить к сокращению продольных размеров тел. Когда оказалось, что эффект в интерферометре Майкельсона не соответствует ожидавшемуся, они высказали предположение, что сокращение размеров плеч интерферометра, возможно, и нивелирует эффект. Поэтому дальнейшие эксперименты по обнаружению эфирного ветра имели целью прежде всего выявить разницу в сокращении материалов при обдувании их эфирным ветром, в частности, дерева (сосновых стержней) и металла (стальных ферм интерферометра). А кроме того предполагалось, что с увеличением высоты относительная скорость эфирного ветра начнет увеличиваться (теории пограничного слоя тогда не существовало, и это были интуитивные догадки).

Эксперименты были продолжены Э.Морли и Д.К.Миллером на Кливлендских высотах (высота над уровнем моря 250 м) и в 1904–1905 гг. были получены устойчивые данные по величине эфирного ветра в 3–3,5 км/с, что опять же не соответствовало ожидавшемуся значению в 30 км/с. На этом работы были временно отложены и продолжены только в 1921 г. Миллером в обсерватории Маунт Вилсон на высоте около 1800 м, где им вместе с помощниками к 1925 г. была проведена громадная работа и не только получены устойчивые данные по скорости эфирного ветра, равной на этой высоте порядка 10 км/с, но и определено общее его направление.

Оказалось, что эфирный ветер омывает Землю не в плоскости эклиптики, как ожидалось, а в направлении, почти перпендикулярном к нему, со стороны звезды «Дзета» созвездия Дракона, расположенной под углом 26 градусов к Полярной звезде. Но все это случилось уже после того, как Эйнштейном в 1905 г. в журнале «Annalen der Physik» была опубликована его знаменитая статья «К электродинамике движущихся тел».

Статья Эйнштейна начинается с того, что поскольку не существует понятия абсолютного покоя, то и введение «светоносного эфира» оказывается излишним, а далее вводится определение одновременности двух событий, происходящих в двух точках пространства: об этом может судить только наблюдатель, получивший световой сигнал об обоих событиях. Все дальнейшие рассуждения и математические выкладки являются фактически результатом этих исходных посылок.

Эйнштейном введено не два, как об этом обычно пишут, а пять постулатов.

Первым, самым главным постулатом является положение об отсутствии в природе эфира. В последующих статьях, особенно в статье «Принцип относитель-

ности и его следствия» (1910) [17] Эйнштейн утверждает, что «нельзя создать удовлетворительную теорию, не отказавшись от существования некоей среды, заполняющей все пространство».

Вторым постулатом является упомянутый выше «принцип одновременности», непосредственно связавший факт одновременности событий со скоростью света.

Третьим постулатом является так называемый принцип относительности, гласящий, что все процессы в системе, находящейся в равномерном и прямолинейном движении, происходят по тем же законам, что и в покоящейся системе. Этот принцип применительно к механическим системам был выдвинут еще Галилеем, но Эйнштейн его произвольно распространил вообще на любые физические явления, в том числе и на электромагнитные. Данный постулат был бы невозможен, если бы эфир существовал: пришлось бы рассматривать процессы, связанные с движением тел относительно эфира. А раз эфира нет, то и рассматривать нечего.

Четвертым постулатом является принцип постоянства скорости света и независимости скорости света от скорости движения источника. Этот постулат можно было бы использовать, если бы было твердо установлено, что свет является волновым движением, поскольку всякая волна имеет постоянную скорость относительно среды, а не относительно источника ее создавшего. Но структура фотона не была установлена, и поэтому такое предположение является определенной натяжкой.

Наконец, пятым постулатом является инвариантность интервала, состоящего из четырех составляющих – трех пространственных координат и времени, умноженного на все ту же скорость света:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2 = \text{const}.$$

Результатом математических манипуляций, основанных на этих постулатах, являются так называемые преобразования Лоренца:

$$x = \frac{x_0^* - v_0 t}{\sqrt{1-\beta^2}};\ y = y^*;\ z = z^*;\ t = \frac{t_0^* - v_0^2 x^* c}{\sqrt{1-\beta^2}},$$

в которых x, y, z, t – координаты движущейся точки в относительно неподвижной системе координат, x^*, y^*, z^*, t^* – координаты движущейся точки в движущейся системе координат.

Отсюда далее вытекает зависимость многих физических величин от отношения их скорости v к скорости света c, т.е. от $b = v/c$:

времени: $$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

продольных размеров:

$$l = \frac{l_0}{\sqrt{1-\beta^2}};$$

правило сложения скоростей:

$$v = \frac{v + u}{1 + uv/c^2};$$

откуда, в частности, следует, что $v < c$ и $v = c$ только при $u = c$ и $v = c$;

$$p = mv = \frac{mv_0}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{vm_0}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

где произвольно произведена замена индексов $mv_0 = vm_0$, что трактуется как зависимость массы от скорости:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}};$$

и далее – зависимость тепла и температуры от скорости:

$$dQ = \frac{dQ_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}; \; T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

что приводит к связи массы и энергии:

$$\Delta m = \Delta T/c^2; \qquad \Delta T = mc^2 - m_0c^2$$

и, наконец,

$$E = mc^2.$$

Таким образом, по Эйнштейну, постулаты одновременности и четырехмерного интервала как инварианта определяют, с одной стороны, взаимосвязь пространства и времени, с другой – зависимость размеров, массы и энергии от скорости движения тела. Здесь скорость распространения света выступает фундаментальной величиной.

Несмотря на главенствующую роль Специальной теории Эйнштейна в современном естествознании, многими учеными высказывались сомнения в ее истинности. Эти сомнения основаны на следующем.

Исходной посылкой для построения логики СТО послужило неудовлетворение тем, что «электродинамика Максвелла в современном ее виде приводит в применении к движущимся телам к асимметрии, которая несвойственна, по-видимому, самим явлениям», поскольку опыт показывает, что, например, «электродинамическое взаимодействие между магнитом и проводником с током ... зависит только от относительного движения проводника и магнита». Все остальные построения имели целью сделать так, чтобы любые явления в любой инерциальной, т.е. движущейся равномерно или покоящейся, системе координат совершались идентично. Отсюда же вытекло и требование так называемой лоренцовой

инвариантности: необходимо, чтобы для движущейся системы координат все электродинамические законы оставались такими же, как и для неподвижной системы координат, и преобразования Лоренца этому требованию удовлетворяют.

Совершенно очевидно, что такие построения могут иметь место только в том случае, если никакой среды между действующими телами нет, так как иначе взаимодействие движущихся относительно среды тел может оказаться существенно нарушенным, во всяком случае ничего заранее сказать об этом уже нельзя. Повседневный опыт здесь не пригоден, ибо нарушения взаимодействия могут оказаться заметными только при скоростях тел, близких к световым. Поэтому не учет влияния среды становится обязательным для всех построений СТО.

Нетрудно видеть, что и остальные постулаты СТО в основе своей тоже предполагают отсутствие в природе эфира.

Отсутствие в природе эфира Эйнштейн обосновал позже, в 1907 и 1910 гг. ссылками на противоречие между экспериментом Физо, показавшим частичный захват света движущимся телом, что соответствовало теории Френеля, и отрицательным результатом опыта Майкельсона, не обнаружившим, по мнению Эйнштейна, эфирный ветер. Это противоречие Эйнштейном истолковано в пользу того, что эфир в природе отсутствует, хотя на самом деле это говорит лишь о том, что свойства эфира неправомерно идеализировались.

Но, как уже упоминалось, на самом деле эксперименты по исследованию эфирного ветра были продолжены, и эфирный ветер был обнаружен. Основная заслуга в этом принадлежит профессору Кэйсовской школы прикладной науки Д.К.Миллеру, группой которого была проделана громадная работа и получены блестящие результаты.

Табл. 16.1

Время и место	Авторы	H, м	D, м	n, км/с	V, км/с
1880 Берлин	Майкельсон	<0	1,2	0,0013	< 18
1881 Потсдам	Майкельсон	<0	1,2	0,0013	< 18
1887 Кливленд	Майкельсон, Морли	<0	11	0,013	~ 3,5
1904 Кливленд	Морли, Миллер	<0	32	0,04	~ 3
1905 Кливленд	Морли, Миллер	250	32	0,04	~ 3,5
1921-1925 Маунт Вилсон	Миллер	1800	32	0,04	~ 8-10
1929 Маунт Вилсон	Майкельсон, Пис, Пирсон	1800	32	0,03	~ 6

В таблице 16.1 приведены время и место проведения исследований эфирного ветра, длина оптического пути, масштаб смещения полос, высота и полученные результаты.

Таким образом, авторами экспериментов, включая Морли, Миллера и самого Майкельсона (1929), были пблучены устойчивые положительные результаты, а вовсе не «нулевые». Непризнание этих результатов – научный подлог.

Логика СТО порочна изначально: она замкнута сама на себя. Положив в основу рассуждения скорость света, СТО приходит к выводу о том, что все явления вообще связаны с этой скоростью, даже те, которые не имеют к электромагнетизму никакого отношения (рис. 16.2). Если бы СТО положила в начало рассужде-

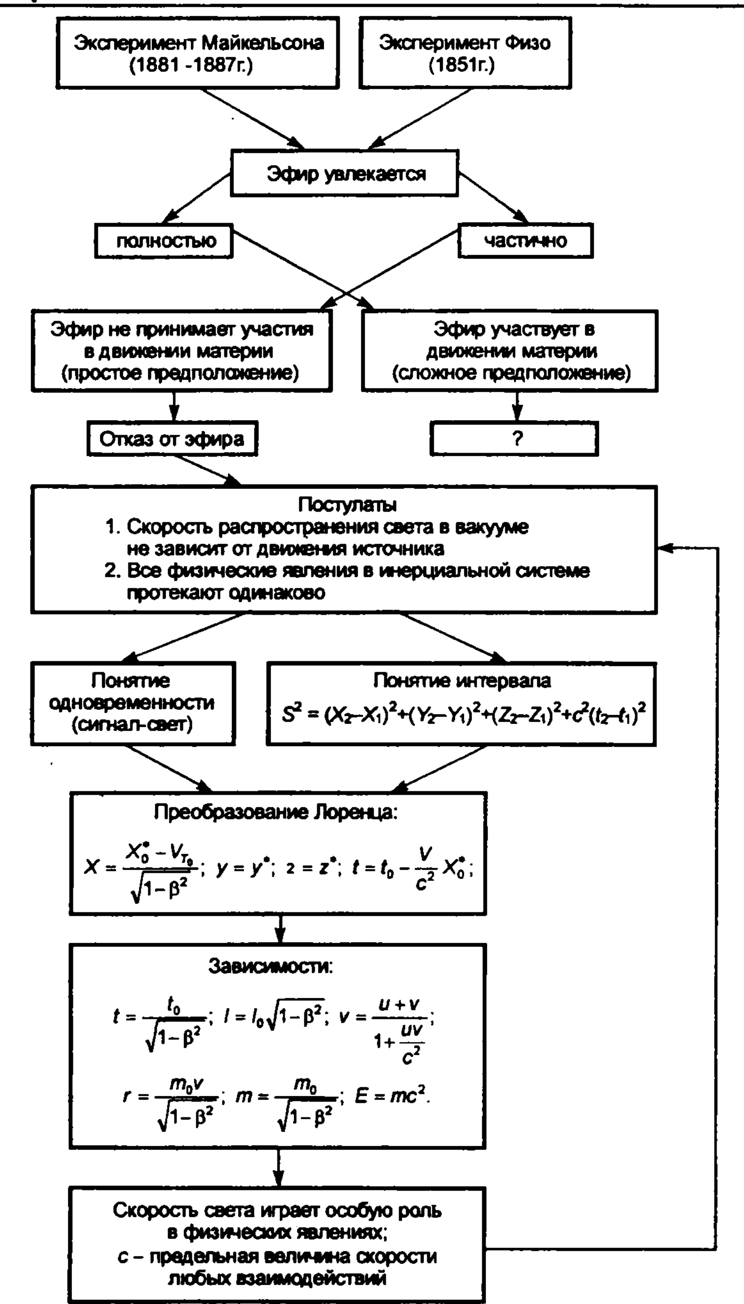


Рис. 16.2. Логика СТО - Специальной теории относительности.

ний иную скорость, то именно с этой скоростью и оказались бы связанными все физические явления мира...

Интересно отметить, например, что все «экспериментальные подтверждения» специальной теории относительности А.Эйнштейна могут иметь самую разнообразную трактовку. СТО, отвергающая существование в природе эфира в принципе, использует в качестве основного аппарата преобразования Лоренца, выведенные Лоренцем в 1904 г. для случая движения зарядов в эфире, т.е. за год до создания Эйнштейном своей теории относительности. Поэтому совпадение результатов экспериментов с расчетами по СТО может означать и «подтверждение» теории Лоренца, противоречащей СТО. Но могут быть и иные трактовки тех же результатов.

16.3.2. Общая теория относительности (ОТО)

Не лучше обстоит дело и с ОТО – общей теорией относительности.

Так же как и в специальной теории относительности, основным исходным понятием в ОТО – общей теории относительности является понятие четырехмерного интервала, принятого за неизменную величину – инвариант:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2 = \text{const.}$$

или

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 - dx_0^2 = \text{const.}$$

В сокращенном виде этот интервал может быть представлен в виде тензора:

$$ds^2 = g_{ik}dx_i dy_k \,,$$

в котором $g_{00} = -1$; $g_{11} = g_{22} = g_{33} = 1$; $g_{ik} = 0$ при $i = k$.

Такой тензор назван галилеевским.

Переход к неинерциальной системе координат, связанный с произвольно движущейся системой, означает введение новых координат, в которых коэффициенты g_{ik} уже не равны нулю. То же будет и при наличии в пространстве гравитационного поля. Поскольку пространство при этом становится неевклидовым, то в нем имеется кривизна. Поэтому тяготение является следствием этой кривизны. Таким образом, кривизна пространства является следствием того, что в него введены гравитационные массы, а притяжение этих масс является следствием искривленного пространства. Такова логика ОТО (рис. 16.3). Физический механизм «искривления» пространства гравитационными массами в ОТО не рассматривается.

Из логики ОТО следует по крайней мере два обстоятельства:

1) что электромагнитная величина c – скорость света распространяется на теорию тяготения, каковой считается Общая теория относительности Эйнштейна;

2) что физической причиной гравитационного притяжения масс является искривление этими массами пространства, кривизна которого и заставляет эти массы притягиваться.

Первое положение неверно принципиально, поскольку скорость света является электромагнитной величиной, а гравитация есть другое фундаментальное взаимодействие, не имеющее электромагнитной природы. Константа взаимодействия гравитации отличается от электромагнитной константы на 36 (!) порядков. Поэтому использование скорости света для теории гравитации неправомерно.

Лапласом доказано еще в 1787 г. («Изложение системы мира»), что скорость распространения гравитационного взаимодействия не менее чем в 50 миллионов раз, выше скорости света. Весь опыт небесной механики исходит из представления о бесконечно большой скорости распространения гравитации, поскольку она оперирует исключительно статическими формулами и не получает при этом сколько-нибудь существенных ошибок. Поэтому в этой части ОТО никакого обоснования не имеет.

Второе положение представляет собой логику, замкнутую саму на себя, поскольку наличие гравитационных масс через гравитационный потенциал вызывает искривление пространства, а искривленное пространство заставляет эти массы притягиваться. То есть тяготение объясняется... тяготением. Такая логика ничего не объясняет и порочна изначально.

Что касается «экспериментальных подтверждений» теории относительности, то приходится констатировать, что результаты всех экспериментов как по специальной, так и по общей теории относительности либо объясняются элементарно на основе обычных не релятивистских физических законов, либо заинтересованно обработаны, либо в результатах просто допущен подлог, как это и произошло в истории с эфирным ветром... Подробно все основные эксперименты по СТО и ОТО рассмотрены в книге автора «Критический анализ основ теории относительности» (Жуковский, изд-во «Петит», 1993) [2].

Как известно, Общая теория относительности предсказала ряд явлений, например наличие в природе гравитационных волн, эквивалентность гравитационной и инертной масс, изменение времени при изменении силы тяжести и т.п. Однако все они либо не подтверждены экспериментами, либо эти «предсказания» укладываются в представления обычной классической физики, либо имеют многочисленные другие варианты объяснений.

Так, эксперименты по обнаружению гравитационных волн проводились в течение многих лет в России (Брагинский) и в США (Вебер), но никаких положительных результатов не дали. Это может быть объяснено рядом обстоятельств, одно из которых заключается в том, что сигнал на измерительном устройстве будет тем меньше, чем выше скорость распространения волн. И если прав Лаплас, то сигнал будет, по крайней мере, в 50 миллионов раз менее того, которое рассчитано, исходя из световой скорости.

Утверждение ОТО об эквивалентности гравитационной и инертной масс тривиально и полностью соответствует обычной классической механике, которая

всегда исходила из этого же положения. А изменение хода часов при изменении гравитационного потенциала, предсказанное ОТО, может свидетельствовать об изменении упругости пружин этих часов, а вовсе не об изменении хода самого времени.

ОТО, как известно, предсказала аномальность движения перигелия Меркурия, которая состоит в том, что направление большой оси орбиты Меркурия не является неподвижным в пространстве, а совершает медленное вращательное движение. Величина поворота орбиты составляет по одним оценкам 43,49", по другим – 34,96". Поиском причин этого явления занимались многие ученые. В 1915 г. Эйнштейн выдвинул гипотезу, в соответствии с которой аномалия является следствием «кривизны пространства», однако оценки Эйнштейна разошлись с более поздними оценками фактического значения угла поворота перигелия Меркурия.

Не вдаваясь в подробности, укажем лишь, что многими авторами был выдвинут ряд возможных причин этого явления, например, не сферичность Солнца, вращение Солнца, не центральность массы Солнца и неравномерность его плотности, не центральность вращения Солнца, поскольку Солнце и планеты вращаются вокруг общего центра масс, наличие выбросов масс в виде протуберанцев и т.п.

Ни одного экспериментального свидетельства в пользу правоты общей теории относительности Эйнштейна на самом деле не существует.

Сама Общая теория относительности находится в противоречии со специальной теорией относительности. Если СТО со всеми ее постулатами основана на том, что эфир в природе отсутствует, то ОТО утверждает наличие в природе эфира. В работе «Эфир и теория относительности» (1920) [19] Эйнштейн пишет:

«Согласно общей теории относительности пространство немыслимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но не могли бы существовать масштабы и часы, и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова».

В работе «Об эфире» (1924) [20] Эйнштейн вновь подчеркивает:

«Мы не можем в теоретической физике обойтись без эфира, т.е. континуума, наделенного физическими свойствами, ибо общая теория относительности, основных идей которой физики, вероятно, будут придерживаться всегда (?! -В.А.), исключает непосредственное дальнодействие, каждая же теория близкодействия предполагает наличие непрерывных полей, а следовательно, существование эфира».

Но введение в рассмотрение эфира разрушит Специальную теорию относительности.

Таким образом, можно констатировать, что и СТО – Специальная теория относительности, и ОТО – Общая теория относительности Эйнштейна не имеют никаких логических основ и являются абстракцией, не имеющей к реальной действительности никакого отношения.

Анализ логических и экспериментальных оснований как Специальной, так и Общей теории относительности Эйнштейна однозначно показывает, что как та, так и другая части теории:

а) базируются на произвольно выбранных и не обоснованных в достаточной степени постулатах;



Рис. 16.3. Логика ОТО - Общей теории относительности

б) в качестве общего физического интервала неправомерно используют категорию интервала, составной частью которого является частное свойство частного физического явления – скорость света;

в) имеют замкнутую саму на себя логику, когда выводы приводят к исходному положению;

г) противоречат друг другу в принципиальном и существенном для них вопросе существования эфира.

Анализ результатов экспериментов, проведенных различными исследователями в целях проверки положений СТО и ОТО, показал, что экспериментов, в которых получены положительные и однозначно интерпретируемые результаты, подтвердивших положения и выводы Теории относительности Эйнштейна, не существует.

Теория относительности являет собой образец идеалистического подхода к изучению мироздания: она использует постулаты, основанные на ложном толковании незавершенных экспериментов, выборочно использует те из них, которые идут ей на пользу, и шельмует те, которые ей противоречат, ее последователи не стесняются прибегать к прямой подтасовке данных.

А сама школа релятивистов оказалась способной на административные меры в адрес своих противников и административно запрещает какую бы то ни было критику в свой адрес.

Постулативно отвергнув существование в природе эфира, Теория относительности лишила естествознание возможности разбираться во внутреннем механизме физических явлений, в структурах микрообъектов, в физической сущности взаимодействий и силовых полей, создав тем самым барьер на пути развития всего естествознания.

Несмотря на свои недостатки, Теория относительности в силу ряда причин стала основой естествознания, начиная с 10-х годов текущего столетия. Более того, она превратилась в неприкосновенную «священную корову», критика которой преследовалась во всем мире, а в Советском Союзе фактически была запрещена. Под влиянием методологии Теории относительности в ряде областей науки появляются лженаучные направления, которые также начинают занимать в своей области главенствующее положение. Это, прежде всего, квантовая механика, в основу которой помимо главного положения Теории относительности об отсутствии в природе эфира положено еще 9 постулатов и которая вместе с положениями теории относительности легла в основу всей картины мироздания в области микромира. Это также и космология, базирующаяся на идеях «Большого взрыва» и «разбегания Вселенной», а также и некоторые другие.

Со времен Птолемея история не знала более лживой и реакционной теории, чем Теория относительности Эйнштейна. Теория относительности завела физику в тупик. Дальнейшее развитие естествознания может быть осуществлено только на путях полного пересмотра отношения к Теории относительности Эйнштейна и исключения ее из естествознания как полностью ложного и антинаучного направления.

16.4. Квантовая механика

16.4.1. Становление квантовой механики

В начале XX столетия были обнаружены две, казалось бы, не связанные между собой группы явлений, свидетельствующих, по мнению ученых того времени, о неприменимости классической механики Ньютона и классической теории электромагнитного поля – классической электродинамики – к процессам взаимодействия света с веществом и к процессам, происходящим в атоме. Первая группа явлений была связана с установлением на опыте двойственной природы света (дуализм света), вторая – с невозможностью объяснить на основе «классических» представлений устойчивое состояние атома, а также спектральные закономерности, открытые при изучении испускания света веществом. При этом рассматривалась только планетарная модель атома, разработанная Резерфордом. Установление связи между этими группами явлений и попытки объяснить их на основе новой теории и привели, в конечном счете, к открытию законов квантовой механики.

Впервые квантовые представления были введены в физику в 1900 г. в работе М.Планка, посвященной теории теплового излучения. Существовавшая в то время теория теплового излучения, построенная на основе классической электродинамики и статистической физики, приводила к бессмысленному результату, состоящему в том, что тепловое (термодинамическое) равновесие между излучением и веществом не может быть достигнуто, т.к. вся энергия рано или поздно должна перейти в излучение. Планк разрешил это противоречие и получил результаты, прекрасно согласующиеся с опытом, на основе новой смелой гипотезы. В противоположность классической теории излучения, рассматривающей испускание электромагнитных волн как непрерывный процесс, Планк предположил, что свет испускается определенными порциями энергии – квантами, и что величина энергии такого кванта зависит от частоты света ν и равна:

$$E = h\nu.$$

От этой работы Планка можно проследить две взаимосвязанные линии развития, завершившиеся окончательной формулировкой квантовой механики в 1927 г. Первая начинается с работы Эйнштейна 1905 г., в которой была дана теория фотоэффекта – вырывания светом электронов из вещества. В развитие идеи Планка Эйнштейн предположил, что свет не только испускается и поглощается порциями – квантами излучения, но и распространение света происходит такими квантами, т.е. свет состоит из отдельных порций – световых квантов, которые позднее были названы фотонами. Энергия фотона E связана с частотой колебаний волны ν соотношением Планка. На основании этой гипотезы Эйнштейн объяснил закономерности фотоэффекта, которые противоречили существующей тогда так называемой классической теории света. Американским

физиком А.Комптоном в 1922 г. было экспериментально доказано, что свет наряду с волновыми обладает и корпускулярными свойствами.

Вторая линия развития начинается с работы Эйнштейна 1907 г., посвященной теории теплоемкости твердых тел. Электромагнитное излучение представляющее собой набор электромагнитных волн различных частот, эквивалентно набору осцилляторов – колебательных систем. Излучение или поглощение волн эквивалентно возбуждению или затуханию соответствующих осцилляторов. Но осциллятор может иметь только определенный квантованный набор уровней энергий. Разность соседних уровней энергий должна равняться $h\nu$. Твердое тело эквивалентно набору конкретных осцилляторов.

Эти две линии послужили Н.Бору основой для приложения идеи квантования энергии к теории строения атома.

16.4.2. Атомистика и квантовая механика

Попытки решения проблемы структуры мира и структуры вещества были предприняты в глубокой древности, но до нас сведения о них почти не дошли. И хотя традиционно первые попытки создания атомизма мы относим к Древней Греции, на самом деле они были осуществлены за многие тысячелетия до этого.

Атомистические представления в древнем мире коррелировались с представлениями об эфире, но если эфиру приписывались лишь общие абстрактные свойства, то атомам приписывались уже некоторые конкретные характеристики, свойственные телам.

Эмпедокл из Агригента на Сицилии (490–430 гг. до н.э.) попытался объяснить окружающий мир на основе обобщенной теоретической системы. Очень важным было представление Эмпедокла о том, что из четырех тогда известных элементов – «земли» (твердь), «воды» (жидкость), «воздуха» (газ) и «огня» (энергия) образуются мельчайшие «осколки». Эти «осколки» можно соединять и таким образом получать различные вещества. Эмпедоклом выдвинуты идеи о «порах», «симметрии», «избирательном сродстве» – теоретические модели предполагаемого строения различных «осколков», отражающие их способность к соединению. Фактически Эмпедокл впервые ввел представления об энергии, растворенной повсеместно. Это представление было впоследствии использовано авторами идеи «теплорода» – особой жидкости, присутствие которой обеспечивает наличие температуры у тел. Древнегреческий философ Анаксагор (500–428 до н.э.) развил положения Эмпедокла и выдвинул учение о гомеомериях – «семенах вещей», которые он мыслил бесконечными по качеству и количеству. Каждый из элементов также состоит из бесконечного количества более мелких частиц.

Для развития естественнонаучных знаний была особенно важна конкретизация представлений о существовании необычайно малых частицах веществ. Это сделали Левкипп и Демокрит, сформулировав понятие об атомах. Их учение подняло представление о строении материи на новую ступень развития.

Левкипп (ок. 500–440 до н.э.) и Демокрит (ок. 460–370 до н.э.) создали атомистическое учение, опираясь на взгляды своих предшественников. По их мнению,

атомы могут иметь различную форму и величину. Это определяет возможности их разнообразных соединений. Порядок и расположение атомов в веществах, т.е. структуры веществ, могут существенно различаться. Благодаря различным комбинациям разнообразных атомов образуется бесконечное множество веществ. В отличие от Анаксагора Левкипп и Демокрит считали, что движение атомов присуще им изначально как способ их существования.

Атомы Демокрита – не разрезаемые (а не неделимые природно!), существующие вечно материальные образования. Атомы различаются формой, порядком следования и положением в пустом пространстве, а также величиной, зависящей от их тяжести. Они имеют впадины и выпуклости. Из их «вихрей» путем естественного сближения образуется весь мир. Но сами атомы состоят из а'меров, истинно неделимых частиц. В.И.Ленин высоко ценил материализм Демокрита, обозначив его именем материалистическую традицию в истории философии («линия Демокрита»).

Атомистические представления античных натурфилософов развивались в сочинениях некоторых арабских мыслителей в средние века. Однако лишь в XVI–XVII вв. был достигнут существенный прогресс атомистических воззрений.

Существенный вклад в атомистику был сделан А.Лавуазье, опубликовавшим в 1789 г. «Начальный учебник химии», в котором он ряд элементов назвал «простыми», т.е. не разлагавшимися. И наконец, в начале XIX в. атомистика стала теорией, важнейшей для познания химических явлений благодаря исследованиям Дальтона и Берцеллиуса. Именно Дальтон в 1824 г. дал название «атом» наимельчайшей частице «простого» вещества. С этого момента химия встала на научную основу, хотя многое в ней не было осознано до тех пор, пока Д.И.Менделеев в 1869 г. не разработал свою знаменитую Периодическую таблицу элементов.

В 1834 г. англичанин М.Фарадей провел серию исследований с целью выяснить природу того, что называли электричеством. Он твердо пришел к выводу, что «атомы материи каким-то образом одарены электрическими силами или связаны с ними, и им они обязаны своими наиболее замечательными качествами». Он установил, что атомы тел, эквивалентные друг другу в отношении их обычного химического действия, содержат равные количества электричества. Немецкий физик Вебер высказал мысль о том, что каждая весомая молекула содержит равное количество положительного и отрицательного электричества, и противоположные заряды подходят настолько близко, что начинают вращаться вокруг друг друга, оставаясь разделенными.

Результаты исследования свойств электрона и радиоактивности позволили строить конкретные модели атома. В модели, предложенной английским физиком Дж.Дж.Томсоном в 1903 г., атом представлялся в виде положительно заряженной сферы, в которую вкраплены незначительные по размеру по сравнению с атомом отрицательно заряженные электроны. Они удерживаются в атоме благодаря тому, что силы притяжения их распределенным положительным зарядом уравновешиваются силами их взаимного отталкивания. Томсоновская модель давала известное объяснение возможности испускания, рассеяния и поглощения света атомом. При смещении электронов из положения равновесия возникает «упругая» сила, стремящаяся восстановить равновесие. Под действием электрических сил падающей электромагнитной волны электроны в атоме колеблются с той же час-

тотой, колеблющиеся электроны, в свою очередь, испускают свет той же частоты, так возникает рассеяние электромагнитных волн атомами вещества.

Неожиданный результат опытов английского физика Резерфорда по рассеянию альфа-частиц атомами показал, что внутри атома существует очень малое по размеру плотное положительно заряженное ядро. В связи с этим Резерфорд предложил принципиально новую модель атома, напоминающую по своему строению Солнечную систему и получившую название планетарной. Она имеет следующий вид.

В центре атома находится плотное положительно заряженное ядро, размеры которого составляют примерно 10^{-13} см, размеры же атома составляют 10^{-8} см.

Масса ядра почти равна массе самого атома. Вокруг ядра движутся электроны подобно планетам вокруг Солнца. Суммарный заряд электронов в точности равен заряду ядра, но противоположен по знаку, поэтому атом в целом электрически нейтрален. Электроны должны двигаться вокруг ядра, иначе они бы упали на него. Эта модель атома Резерфорда, дополненная постулатами Бора, явилась основой всей атомной физики и существует до настоящего времени.

В 1913 г. Н.Бор применил идею квантования энергии к теории строения атома. Согласно модели Резерфорда электроны вращаются вокруг положительно заряженного ядра. Но тогда, поскольку они движутся с ускорением, они должны согласно классической теории непрерывно излучать энергию и упасть на ядро, в этом был усмотрен парадокс. Отличие природы центростремительного ускорения, при котором энергия тела не меняется, от линейного, при котором энергия движущегося тела изменяется, тогда не рассматривалось.

Для объяснения устойчивости атомов Бор предположил, что из всех орбит, допускаемых ньютоновской механикой для движения электрона в электрическом поле атомного ядра, реально осуществляются лишь те, которые удовлетворяют определенным условиям квантования. По мысли Бора, в атоме существуют дискретные уровни энергии. Эти уровни должны удовлетворять кратным числам величины постоянной Планка. Бор постулировал (т.е. принял без доказательств), что, находясь на определенном уровне энергии, т.е. совершая допускаемое условиями квантования орбитальное движение, электрон не излучает световых волн. Излучение происходит лишь при переходе электрона с одной орбиты на другую, при этом рождается квант света с энергией, равной разности энергий электрона на этих орбитах:

$$h\nu = E_1 - E_2 .$$

Так возникает линейчатый спектр – основная особенность атомных спектров.

Таким образом, Бор, используя квантовую постоянную h, отражающую дуализм света, показал, что эта величина отражает также и движение электронов в атоме.

Успех теории Бора, как и предыдущие успехи квантовой теории, был достигнут за счет нарушения логической цельности теории: с одной стороны, использовалась ньютонова механика, с другой – привлекались чуждые ей искусственные правила квантования, к тому же противоречащие классической электродинамике. Однако не все в поведении атома объяснялось теорией Бора.

Доказательство корпускулярного характера света было получено в 1922 г.

А.Комптоном, показавшим экспериментально, что рассеяние света происходит по закону упругого столкновения фотонов с электронами. Кинематика такого столкновения определяется законами сохранения и импульса, причем фотону наряду с энергией следует приписать импульс (количество движения):

$$p = h\nu/c,$$

где ν – частота световой волны, а c – скорость света.

Энергия и импульс фотона связаны соотношением $E = cp$, которое справедливо в обычной механике.

Таким образом, было доказано экспериментально, что наряду с известными волновыми свойствами – интерференцией и дифракцией – свет обладает и корпускулярными свойствами: он состоит как бы из частиц – фотонов. В этом проявляется дуализм света, его сложная корпускулярно-волновая природа. Дуализм содержится уже в самой формуле $E = h\nu$, поскольку слева стоит энергия частицы, а справа – частота волны. Возникло формальное противоречие: для объяснения одних явлений необходимо было считать, что свет имеет волновую природу, а для объяснения других – корпускулярную. По существу разрешение этого противоречия и привело к созданию основ квантовой механики.

В 1924 г. Луи де Бройль, пытаясь найти объяснение постулированным в 1913 г. Н.Бором условиям квантования атомных орбит, выдвинул гипотезу о всеобщности корпускулярно-волнового дуализма. Согласно де Бройлю, каждой частице, независимо от ее природы, следует поставить в соответствие волну, длина которой λ связана с импульсом частицы р соотношением:

$$\lambda = h/p.$$

По этой гипотезе не только фотоны, но и все «обыкновенные частицы» (электроны, протоны и пр.) обладают волновыми свойствами, которые, в частности, должны проявляться в явлении дифракции. В 1927 г. К.Дэвиссон и Л.Джермер впервые наблюдали дифракцию электронов. Позднее волновые свойства были обнаружены и у других частиц, и справедливость формулы де Бройля была подтверждена экспериментально. Однако надо заметить, что другое свойство волн – интерференция – не было получено у элементарных частиц вещества, так что сопоставление частиц с волнами оказалось достаточно условным.

В 1925 г. Гейзенбергу удалось построить такую формальную схему, в которой вместо координат и скоростей электрона фигурировали некие абстрактные алгебраические величины (матрицы), связь которых с наблюдаемыми величинами – энергетическими уровнями и интенсивностями квантовых переходов давалась простыми правилами.

В 1926 г. М.Борн дал вероятностную интерпретацию волн де Бройля. Он предложил считать волны де Бройля «волнами вероятности», т.е. дать им чисто математическое истолкование. В 1926 г. Э.Шредингер предложил уравнение, описывающее поведение таких «волн» во внешних силовых полях:

$$\Delta\Psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - U)\Psi = 0.$$

Это уравнение отражает поведение точечной массы в силовом поле, но выражено движение этой массы не в координатах, как это было обычно принято ранее, а в изменениях полной и потенциальной энергий. Ансамбль же таких масс, выраженный функцией Ψ, по мысли авторов квантовой механики, уже не отражает массовые характеристики множества таких элементарных масс в пространстве, т.е. плотность среды, а представляет собой «плотность вероятности нахождения частицы в данной точке пространства». Так возникла «волновая механика», которая вскоре была отождествлена с квантовой механикой. Волновое уравнение Шредингера является основным уравнением нерелятивистской квантовой механики.

Атомная физика была развита методами квантовой механики, авторами которой были В.Гейзенберг и М.Борн (Германия), Э.Шредингер (Австрия), и П.Дирак (Англия).

Представления квантовой механики о движении микрочастиц коренным образом отличаются от классических. Явления микромира, как полагают последователи квантовой механики, принципиально отличаются от явлений макромира тем, что они квантованы, дискретны, т.е. прерывисты, в то время как явления макромира не квантованы, а непрерывны.

Согласно квантовой механике электрон не движется по траектории, подобно твердому шарику, он распространен во всем пространстве, хотя действует как единое целое.

В пространстве он распространен подобно плоской волне, обладающей определенной частотой и определенной длиной волны. Его энергия как частицы связана с его частотой и определяется выражением $E = h\nu$.

Устойчивые движения электрона в атоме, как показал Шредингер (1926), соответствуют стоячим волнам, амплитуды которых в разных точках различны. При этом в атоме как в колебательной системе возможны лишь некоторые «избранные» движения с определенными значениями энергии, момента количества движения и проекции магнитного момента электрона в атоме. Каждое стационарное состояние атома описывается волновой Ψ-функцией, характеризующей распределение плотности электронного заряда в атоме. Этой волновой функции было приписано значение плотности вероятности появления электрона в данной точке пространства без обозначения какого бы то ни было механизма, обеспечивающего этот процесс.

Квантовая механика получила дополнение в виде принципа Паули (1925), согласно которому в каждом электронном состоянии в атоме может находиться только один электрон.

В дальнейшем эти идеи развивались, дополнялись, но не менялись по существу, сохранившись по сей день.

Окончательное формирование квантовой механики как последовательной теории со стройным математическим аппаратом произошло после опубликования в 1927 г. работы Гейзенберга, в которой было сформулировано соотношение неопределенностей. Согласно этому соотношению координаты и импульс электрона принципиально не могут быть одновременно определены с абсолютной точностью.

В 1928 г. П.Дирак сформулировал релятивистское уравнение, описывающее движение электрона во внешнем силовом поле, это уравнение стало одним из ос-

новных уравнений релятивистской квантовой механики. Основным отличием уравнения Дирака от уравнения Шредингера является то, что в нем учтена внутренняя энергия материи (в соответствии с представлениями теории относительности) и сама Ψ-функция представлена в сложном виде сопряженных функций. Уравнение Дирака позволило теоретически обосновать формулы, полученные эмпирически спектроскопистами, а также разрешить некоторые вопросы квантовой механики применительно к системам, содержащим только один электрон. Уравнение Дирака позволило предсказать существование позитрона, правда, с привлечением новых гипотез, приводящих к дополнительным трудностям. После открытия позитрона Дирак развил теорию, хотя и содержащую в себе ряд малоприемлемых допущений, но тем не менее прекрасно объясняющую многие экспериментальные факты.

Интересно отметить, что основные положения теории Дирака находятся в резком противоречии с теми принципами построения теоретической физики, которые он сам защищал вместе с другими представителями копенгагенской школы физиков (Бор, Гейзенберг, Паули и др.), поскольку Дирак тесно связывает свою теорию с определенной физической картиной, сам факт возможности получения этой школы отрицался. Но без этой физической картины Дирак не смог бы построить свою теорию.

Дирак предложил модель «электронно-позитронного вакуума», в которой в каждой точке пространства существуют в «виртуальном» состоянии электроны и позитроны, которые могут появляться и исчезать лишь парами. Рождение пары может происходить под действием энергии фотона, а может происходить и виртуально, когда после рождения пара тут же уничтожается, просуществовав недолго. А сам вакуум определен как фотонный вакуум, как низшее энергетическое состояние электромагнитного поля.

Одна из главных трудностей такого представления вакуума состоит в том, что «электронное желе», так, по мнению Дирака, устроен вакуум, должно плотно заполнять геометрическое пространство, а это в какой-то мере воскрешает гипотезу эфира, что входит в противоречие с положениями специальной теории относительности Эйнштейна.

В течение короткого времени квантовая механика была с успехом применена к широкому кругу явлений. Были созданы теории атомных спектров, строения молекул, химической связи, Периодической системы Менделеева, металлической проводимости и ферромагнетизма. Эти и многие другие явления стали качественно понятными, хотя никакого физического модельного представления не получили.

Однако дальнейшее развитие нерелятивистской квантовой механики было связано с заменой четкого детерминистского представления о природе физических явлений вероятностными представлениями. В отличие от классической механики целью решения задач методами квантовой механики стало установление вероятности того или иного события, чем была уже полностью исключена сама возможность выявления их физической сущности.

При всех успехах и всеобщем признании методов квантовой механики следует коцстатировать, что вся квантовая механика основана на недоразумениях.

Прежде всего неверным является утверждение, что квантованность физических величин является свойством только микромира. На самом деле квантовых яв-

лений в макромире множество, так же как и явлений, одновременно проявляющих корпускулярно-волновые свойства.

Обыкновенная морская волна будет воздействовать на корабль по-разному: как волна, если корабль имеет длину меньшую, чем волна, и как частица, если большую. В первом случае корабль будет качаться на волне, во втором случае – испытывать удары.

След за движущимся кораблем представляет собой так называемую «дорожку Кармана» – вихревые образования, расположенные в шахматном порядке. Расстояние между центрами вихрей одного ряда может быть интерпретировано как длина волны, но каждый вихрь имеет массу, поэтому он может быть интерпретирован как частица.

Обычные волны можно, разумеется, как это делает квантовая механика, рассматривать с позиций вероятностных соотношений, но это не делается в инженерной практике, потому что в этом нет необходимости. А когда применяются статистические оценки, основанные на вероятностном подходе, то это делается из удобства обработки материалов, а не из условия вероятностного устройства самой природы.

Соотношение Планка $E = h\nu$ относится не только к фотону, подобное же соотношение характерно для газовых вихрей, а также для системы газовых вихрей, общая энергия которых обратно пропорциональна их диамётру и расстоянию между ними.

Постулат Бора утверждает, что существуют стационарные орбиты у электронов, соответствующие «дозволенным» уровням энергий. При этом частота излучения оказалась пропорциональной разности энергий электрона на соответствующих «дозволенных» орбитах. Согласно квантовой механике такими орбитами являются только те, для которых момент количества движения электрона равен целому кратному значению $h/2\pi$. Эти постулаты были впоследствии подтверждены экспериментально. Однако спрашивается, почему вообще такие орбиты существуют и кем дозволены те или иные уровни энергий?

Поэтому можно утверждать, что абстрактно-математический подход в квантовой механике является не ее достоинством, а ее недостатком. Считается, что планетарная модель Резерфорда натолкнулась на трудности, поскольку, двигаясь вокруг ядра, т.е. с ускорением, электрон согласно классической теории должен бы непрерывно излучать электромагнитную энергию и упасть на ядро, а этого не происходит. Вторая трудность заключается в том, что излучаемый электроном свет должен увеличивать свою частоту по мере приближения электрона к ядру, а на самом деле электрон выдает электромагнитные колебания совершенно определенной частоты. Спектры излучения оказались линейчатыми, т.е. строго определенных частот, и в них был установлен ряд закономерностей, которые противоречили планетарной модели. Однако представляется, что и это основано на недоразумениях, хотя и является общепризнанным.

Прежде всего первый вывод говорит лишь о том, что так называемая «классическая теория» неверна, если она и в самом деле предсказывает, что электрон, вращающийся вокруг ядра, должен что-то излучать. Конечно, электрон, двигаясь по орбите, имеет ускорение, но это ускорение не продольное, а поперечное, центростремительное. При продольном ускорении меняется скорость, энергию для

этого надо либо вложить в ускоряемый объект, либо отобрать, если объект замедляется. Это может сделать окружающая среда, в которой будут распространяться волны, внося или унося энергию. Если среды нет, то нет и причины для ускорения или замедления электрона.

Это сразу же будет означать неполноту модели. Но при центростремительном ускорении скорость и энергия электрона сохраняются неизменными, и никаких причин для поглощения или излучения электромагнитных волн нет. Противоречие оказывается надуманным и не должно было выдвигаться как признак неполноценности планетарной модели.

Что касается второго недостатка, то он действительно существует, но для его разрешения недостаточно абстрактно-математического подхода, как это сделала квантовая механика, введя соответствующие постулаты, поскольку они не выдвинули никакого механизма того, что ими обозначено.

Прежде всего нужно отметить, что отсутствие каких бы то ни было физических представлений о внутренних явлениях микромира делает их практически мало предсказуемыми. Квантовая механика обязана своими успехами «гениальным догадкам», придуманным «принципам» и многочисленным постулатам, обоснование которых оставляет желать лучшего.

Поскольку квантовая механика существует уже более 70 лет, то можно было бы ожидать, что такой ее стандартный механизм, как вычисление пси-функций на основе уравнений Шредингера давно освоен, и уже наработаны пси-функции для всех атомов и большинства молекул. Оказывается, ничего подобного до сих пор нет! Пси-функции рассчитаны лишь для относительно простых случаев, а далее идут многочисленные жалобы на сложность их вычислений.

Далеко не все предсказания квантовой механики сбылись, например, не все микрообъекты следуют «всеобщему» принципу корпускулярно-волнового дуализма. Полностью отсутствуют представления о характере ядерных сил, о природе слабых взаимодействий и много еще о чем. Все это свидетельствует о том, что методы квантовой механики в значительной степени себя исчерпали, и на этом пути вряд ли возможно дальнейшее продвижение в глубь материи. И все это связано с тем, что квантовая механика отвергла саму возможность существования каких-либо физических механизмов внутри явлений микромира, заменив физическую сущность абстрактной математикой.

Над квантовой механикой, так же как и над всем современным естествознанием, нависла зловещая тень специальной теории относительности Эйнштейна, лишившая ее возможности оперировать эфиром – строительным материалом микрочастиц и всех видов силовых полей и взаимодействий. Ибо отсутствие строительного материала лишило исследователей микромира возможностей исследовать внутренние структуры и механизмы взаимодействий.

Несмотря на то, что положения квантовой механики считаются экспериментально подтвержденными, она не в состоянии ответить на вопросы, почему все это так происходит и в чем заключается механизм квантования энергии. Она не может ответить и на более простые вопросы, например, почему в каждом атоме сумма отрицательных зарядов электронов в точности равна величине положительного заряда ядра или почему полностью ионизированный газ вскоре становится вновь

электрически нейтральным, откуда у каждого атома вновь появляются электроны?

Авторы квантовой механики и их последователи исключили из рассмотрения внутреннюю механику атома, заменив внутриатомный механизм вероятностными представлениями и ни разу не поставив вопрос о недостаточности самой планетарной модели Резерфорда-Бора.

Недостатки планетарной модели атома, использующей так или иначе представления классической механики того времени, привели к тому, что в теории атома стало развиваться абстрактно-математическое направление, которое авторами преподносилось как «революционное» и которое привело к созданию квантовой механики.

Представление о физическом вакууме, т.е. не пустой пустоте, ибо слово «вакуум» означает пустоту, вызывает вопросы, на которые вообще квантовая механика и ее развитие – квантовая теория поля не в состоянии дать ответ. Что такое вообще «виртуальное» состояние частиц в вакууме, при котором они, возникнув, сразу же уничтожаются? Что такое «сразу же», через сколько микросекунд и сколько раз в секунду все это происходит? В чем механизм подобной «виртуальности»? В чем механизм участия вакуума в физических процессах?

Но главным вопросом остается вопрос о структурах материальных образований – от электрона до атома, вопрос о структуре вакуума и о всех тех атомных явлениях, с которыми физики кое-как справляются на основе математических абстракций, совершенно игнорируя физическую сущность структур и процессов.

С помощью методов квантовой механики не удается решить множества возникших задач атомной и молекулярной физики. И хотя на первых порах ее успехи были бесспорны, следует констатировать, что методы квантовой механики практически себя исчерпали. И хотя квантовая механика как инструмент познания явлений микромира на первых порах имела определенные успехи, считать положение в науке о микромире удовлетворительным нет оснований.

Квантовая механика проповедует бесструктурность частиц и отсутствие каких бы то ни было причин, по которым частицы обладают своими свойствами – наличием магнитного момента, заряда, спина и т.п. Частицы точечные, т.е. они безразмерны. И хотя это обстоятельство приводит к энергетическому парадоксу, почему-то никого это не смущает. Никто не ставит под сомнение исходную планетарную модель атома, разработанную Резерфордом еще в 1911 г. и в силу своей ограниченности приведшую к громадному количеству противоречий, хотя успехи ее на первых порах были бесспорны. Вместо изучения конкретных структур и механизмов взаимодействий в конце концов все свелось к чисто внешнему, весьма поверхностному описанию, что привело к рассмотрению лишь вероятностных оценок процессов. Дело дошло до того, что сам факт возможности наличия какого бы то ни было механизма в явлениях микромира стал отрицаться, отрицаются и причинно-следственные отношения в явлениях микромира, чем накладываются принципиальные ограничения на познавательные возможности человека.

Квантовая механика может быть сохранена в физике как полезная методология применительно к вычислениям конкретных внутриатомных процессов, но вся философия квантовой механики должна быть подвержена ревизии.

16.5. Методологический кризис современной теоретической физики

Современная физика достигла выдающихся успехов в области познания законов природы и во многих прикладных областях. Двадцатое столетие характеризуется такими крупнейшими достижениями, как расщепление атомного ядра и создание на этой основе атомной энергетики, создание квантовых генераторов, обнаружение астрономических объектов с неожиданными свойствами, исследование свойств «элементарных частиц» вещества и многое другое. Появились совершенно новые разделы естествознания, которые не только решили многие теоретические вопросы, но и поставили их на службу всему человечеству.

Однако, несмотря на это, становится все более очевидным, что в некоторых основополагающих областях естествознания, в первую очередь в теоретической физике, появились и продолжают накапливаться противоречия, деликатно именуемые «расходимостями», которые носят фундаментальный характер и которые являются серьезным тормозом в дальнейшем развитии фундаментальной и прикладной науки.

Практически оказались безуспешными многочисленные попытки объединения основных фундаментальных взаимодействий на основе существующих в современной физике представлений. Количество открытых «элементарных частиц» вещества уже давно не вяжется с полной неопределенностью их структуры. Энергетика излучения звезд, в том числе Солнца, не объясняется, поскольку его излучение с учетом времени существования давно должно было иссякнуть. Даже в такой освоенной области, как электродинамика, имеются целые классы задач, которые не могут быть решены с помощью существующей теории. Например, при движении двух одинаковых зарядов возникает парадокс: покоящиеся одинаковые заряды должны отталкиваться друг от друга по закону Кулона, а они притягиваются, поскольку это токи. Но ведь относительно друг друга они по-прежнему покоятся, почему же они притягиваются при движении?

Несмотря на многочисленные публичные выступления, заявления, популярные и специальные статьи, имеющие целью доказать величие здания современной физики и грандиозные возможности, ожидающие человечество в связи с ее достижениями, приходится констатировать, что на самом деле ничего подобного нет. В теоретической физике имеется серия противоречий, так называемых парадоксов, ряд ее положений вошел в противоречие с положениями диалектического материализма. Например, идея «Большого взрыва» противоречит положению диалектического материализма об отсутствии начала, отсутствии рождения или сотворения Вселенной.

В прикладной же физике различные торжественные обещания все не сбываются. Уже много лет прошло с тех пор, как была получена «устойчивая» плазма, просуществовавшая «целых» 0,01 секунды. С тех пор построены многочисленные установки для получения термоядерной энергии, призванные навечно обеспечить человечество энергией. Однако установки есть, созданы институты и заводы для этих целей, проводятся конференции и заседания, раздаются награды и ученые степени. Нет лишь самого термояда, и никто не знает, будет ли он когда-нибудь.

Давно и много говорится об НТР – научно-технической революции, о дости-

жениях науки: создано атомное оружие и атомная энергетика, освоены полеты в ближний космос, разработаны многочисленные материалы, созданы сложнейшие вычислительные машины, роботы и т.п. Однако при этом следует констатировать, что качественно новых открытий становится все меньше, что развитие носит в основном количественный характер, и даже при изучении «элементарных частиц» вещества используются не качественно новые приемы, а просто наращивается мощность ускорителей частиц в слепой вере, что новый энергетический уровень, может быть, даст что-нибудь новое, хотя пока ничего качественно нового он как раз и не дает.

Наличие «парадоксов», отсутствие качественно новых идей означает, что существовавшие в естествознании идеи уже исчерпаны, и естествознание вообще и физическая теория в частности находятся в глубоком кризисе. Фундаментальные исследования стали невообразимо дороги, а результаты – все более скромными, и это еще один аспект кризиса в естествознании – аспект экономический. Однако основным признаком кризиса естествознания является то, что теория и методология современной фундаментальной науки оказываются все менее способными помочь прикладным наукам в решении тех задач, которые выдвигает практика. А это означает, что методы современной фундаментальной науки стали объективным тормозом в развитии производительных сил, в использовании человеком сил природы, а следовательно, в развитии общества в целом.

Подобные трудности, имеющиеся в большинстве областей естествознания, отнюдь не являются, как это принято считать, объективными трудностями развития познавательной деятельности человека. Непонимание сути процессов, предпочтение феноменологии, т.е. внешнего описания явлений в ущерб исследованиям внутреннего механизма, внутренней сути явлений – неизбежно порождает все эти трудности и неувязки, скрепляющие подобно белым ниткам лоскутное одеяло современной физической картины мира, безнадежно далекой от того, чтобы называться единой и тем более истинной физической картиной мира.

«Общепринятые» математические зависимости теории относительности и квантовой механики приобрели статус абсолютной истины, и на соответствие им проверяются все новые теории, которые отбрасываются, если такого соответствия нет.

Однако нелишне напомнить тот тривиальный факт, что каждое физическое явление имеет бесчисленное множество сторон и свойств и что для полного описания даже простого явления необходимо иметь бесконечно большое число уравнений. И ни в коем случае нельзя считать, что те уравнения, с которыми мы сегодня имеем дело, описывают явления сколько-нибудь полно, будь то уравнения Шредингера для явлений микромира, уравнения Максвелла для электромагнитного поля или «закон» всемирного тяготения Ньютона. Это означает, что уточнение фундаментальных законов и уточнение их математического описания должно стать обычным рабочим делом, и ореол непогрешимости, освящающий сегодня несколько исходных формул или «принципов», должен быть снят.

Сегодня уже многим ясно, что и теория относительности, и квантовая механика в современном ее изложении уводят исследователей от попыток выяснения внутренней сущности явлений, заменяя эту сущность внешним, поверхностным описанием, основанным на некоторых частных постулатах и предположениях. Не стоит поэтому удивляться, что подобный подход оказывается все менее продуктивным. Ограниченность направлений исследований, вытекающая из подобной

методологии, не позволяет выяснить глубинные процессы природы, что закономерно приводит к тому, что многие существенные факторы в экспериментах и теоретических исследованиях оказываются неучтенными, а многочисленные полезные возможности – неиспользованными. Укоренившийся в науке феноменологический метод все больше проявляет свою беспомощность.

В отличие от физики XVIII и XIX столетий, пытающейся понять внутреннюю сущность явлений и сводящей ее к поведению взаимодействующих элементов, физика XX столетия объявила своей целью непротиворечивое описание явлений с помощью все усложняющегося математического аппарата. В качестве же стратегической цели объявлена задача создания ТВО – Теории великого объединения, т.е. теории, охватывающей все частные теории единым математическим приемом. Спрашивается, если эта задача будет выполнена, что она даст прикладникам?

Современная физика феноменологична, т.е. она предпочитает внешнее описание явлений в ущерб изысканиям их внутренней сущности.

Физика оказалась подчиненной математике, из нее исчезли представления о природе явлений, об их сущности, об их внутреннем механизме. Остались только формальные отношения, представленные функциональными зависимостями или дифференциальными уравнениями.

Физика стала постулативной. Общепринятой стала методология, допускающая выдвижение постулатов, под которые затем сортируются природные явления. То, что укладывается в выдвинутые постулаты, принимается, а то, что не укладывается, – отвергается либо замалчивается. Так было с эфирным ветром, и это перевернуло все естествознание с ног на голову. Но так же было и со многим другим. И это одно из проявлений идеализма в современной физике.

Современная физика вместо изучения движения материи во внутренних механизмах явлений сводит физические явления к искажениям пространства и времени, ко всяким «искривлениям» пространства и «дискретностям» времени, игнорируя тот факт, что все эти нелинейности могут существовать лишь тогда, когда существуют их линейные аргументы, а относительно самих себя нелинейности существовать не могут.

Физическая теория совершенно игнорирует задачу познания структур микрообъектов. Они состоят... из ничего, у них даже нет размеров! Все их свойства – заряды, магнитные моменты, спины и т.п. взялись ниоткуда. Вся их структура вероятностная. И это так устроено в природе потому, что так удобнее физикам!

Естественным результатом подобной методологии является все большая неспособность физики оказать помощь прикладным наукам в решении конкретных задач, выдвигаемых практикой.

Физические исследования стали чрезмерно дорогими, результаты все более скромными, и это еще один аспект кризиса – экономический.

Сложившееся положение в теоретической физике – накопление противоречий, разобщенность и дифференциация ее направлений, поверхностность описания явлений, непонимание глубинной сути явлений и как следствие всего этого – утрата руководящей роли при постановке и проведении прикладных исследований свидетельствуют о глубоком методологическом кризисе, охватившем теоретическую физику. Нет никаких оснований полагать, что кризис будет разрешен на тех же путях, по которым продолжает двигаться теоретическая физика или на путях создания, как рекомендовал Нильс Бор, «безумных идей» (то есть когда все уже

вообще перестанут понимать что-либо). И таким образом, назрела острая необходимость в смене всей методологии физической теории.

Литература к главе 16.

1. Ацюковский В.А. Материализм и релятивизм. Критика методологии современной теоретической физики. М., Энергоатомиздат, 1992, 190 с.
2. Ацюковский В.А. Критический анализ основ теории относительности. г.Жуковский, Петит, 1996, 56 с.
3. Ацюковский В.А. Материализм и релятивизм в современной теоретической физике. Марксизм и современность № 2-3 (11–12), Киев, 1998, с. 143–152.
4. Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. М., Мир, 1972, 142 с.
5. Голин Г.М., Филонович С.Р. Классики физической науки. М., Высшая школа, 1989, 572с.
6. Голин Г.М. Хрестоматия по истории физики. Минск, Вышэйшая школа, 1979, т. 1. Классическая физика, 271 с.; т. 2. Современная физика, 303 с.
7. Гредер Г.Ю. Эволюция основных физических идей. Пер. с нем. Киев, Наукова думка, 1988, 364 с.
8. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики. М., Наука, 1974. Ч. 1 – С древних времен до конца XVIII в. – 351 с.; ч. 2 – С начала XIX в. до середины XX в. – 317 с.
9. Идлис Г.М. Революция в астрономии, физике и космологии. М., Наука, 1981, 232 с.
10. Исследования по истории физики и механики. Сб. ст. под ред. А.Т.Григорьяна М., ИИЕИТ РАН. 1985 – 311 с., 1987 – 245 с., 1988 – 260 с., 1989 – 167 с., 1990 – 244 с., 1993–1997 – 233 с.
11. Кудрявцев П.С. История физики. Т. 1–3. М., Учпедгиз. Т. 1. От античной физики до Менделеева. 1948, 536 с.; т. 2. От Менделеева до открытия квант. 1956, 488 с.; т. 3. От открытия квант до создания квантовой механики. 1971, 422 с.
12. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. М., Просвещение, 1982, 447 с.
13. Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм. ПСС., 5 изд., т. 18.
14. Липсон Г. Великие эксперименты в физике. М., Мир, 1972, 216 с.
15. Льоцци М. История физики, пер. с итал. М., Мир, 1970, 463 с.
16. Максвелл и развитие физики XIX–XX вв. Сб. ст. М., Наука, 1985, 244 с.
17. Эйнштейн А. Принцип относительности и его следствия (1910). Собр. научн. тр. М., Наука, 1965. Т.1. С. 138–164.
18. Эйнштейн А. Основы общей теории относительности (1916). Собр. научн. тр. М., Наука, 1965. Т.1. С.452–504.
19. Эйнштейн А. Эфир и теория относительности (1920). Собр. научн. тр. М., Наука, 1965. Т.1. С. 682–689.
20. Эйнштейн А. Об эфире (1924). Собр. научн. тр. М., Наука, 1966. Т.2. С. 154–160.

Глава 17. ЭФИРОДИНАМИКА

«Страх перед возможностью ошибки не должен отвращать нас от поисков истины».
Клод Гельвеций. Об уме

«Признание эфира, в котором могут иметь место механические движения, т.е. пространственные перемещения элементарных объемов этой «первоматерии», непрерывно заполняющей все наше трехмерное пространство, само по себе не является признаком механистической точки зрения».
В.Ф.Миткевич. Основные физические воззрения

17.1. Краткая история эфира. Представление об эфире - одно из самых древних представлений об устройстве природы

Эфир – тонкая материальная среда, заполняющая все мировое пространство, обеспечивающая своими движениями все виды взаимодействия тел.

Есть все основания предполагать, что в VI–IV вв. до нашей эры, а возможно, и значительно ранее идеи эфира были распространены достаточно широко. Так, древнеиндийские учения – джайнизм, локаята, ньяя и другие, такие религии, как брахманизм и буддизм, изначально содержали в себе учение об эфире (акаша), единой вечной и всепроникающей физической субстанции, которая непосредственно не воспринимается чувствами. Эфир един и вечен. Материя вообще – пудгала – состоит из мельчайших частиц ану, образующих атомы – параману, обладающих подвижностью – дхармой. Все события происходят в пространстве и во времени.

Пракрити – материя в учении санхья, созданном мудрецом Канадой (Глукой),– ничем не порожденная первопричина всех вещей. Она вечна и вездесуща. Это самая тонкая таинственная и огромная сила, периодически создающая и разрушающая миры. Ее элементы – гуны – просты, неделимы и вечны.

Джайнисты считают, что их учение было передано им 24 учителями. Последний – Вардхамана – жил в VI в. до н.э., его предшественник – Паршванатха – в IX в. до н.э., остальные двадцать два – в еще более древние времена.

В древнекитайском даосизме (IV в. до н.э. и ранее) в каноне Дао дэ цзы и трактатах «Чжуань-цзы» и «Лаоцзы» указывается, что все в мире состоит из частиц грубых «цу» и тончайших «цзинь». Они образуют единый «ци» – эфир, изначальное, единое для всех вещей. «Единый эфир пронизывает всю Вселенную. Он состоит из «инь» (материальное) и «ян» (огонь, энергия). Нет ни одной вещи, не связанной с другой, и всюду проявляются «инь» и «ян».

В древней Японии философы полагали, что пространство заполнено мутёку – беспредельной универсальной сверхъестественной силой, лишенной качеств и форм, недоступной восприятию человеком. Мистический абсолют такёку

является природой идеального первоначала «ри», связанного с материальным началом «ки». «Ри» – энергия, вечно связанная с «ки» материей, и без него не существует.

Есть все основания полагать, что все мировые религии – буддизм, христианство, конфуцианство, синтоизм, индуизм, иудаизм и др. в том или ином виде на ранней стадии заимствовали материалистические идеи древней эфиродинамики, а на более поздней стадии развития отказались от материализма в пользу мистицизма и персонификации «богов». В древней Греции это произошло, вероятнее всего, после революции VII–VI вв. до н.э., положившей конец родовому строю и приведшей к победе рабовладельчества.

Античная культура и прежде всего культура Древней Греции и сегодня оказывает заметное влияние на мировоззрение европейских народов, отчасти потому, что она оставила нам большое количество письменных трудов. Древнегреческие философы, в частности Платон, сообщают, что многими своими знаниями они обязаны мудрецу, которого они на своем языке называли Зороастром. Как известно, это греческий вариант слова «Заратустра» так называли предсказателей в Древней Персии. Однако это не имя, а титул, который в разные времена присваивали знаменитым мудрецам. По этой причине трудно выяснить время жизни первого великого предсказателя. Чаще всего называется 600 г. до н.э. Согласно документам, оставленным нам древними философами, в этом числе не хватает нуля, следовательно, 6000 год до н.э. будет, вероятно, правильнее.

В Персии была написана «Зенд-Авеста» – собрание из 21 книги, в которых наряду с другими данными содержались сведения из области химии, физики, космологии и эволюции. Эти книги являлись источниками знаний и мудрости. Известно, что в Персии было два экземпляра этих книг, написанных на пергаменте, которые хранились в хорошо укрепленной кладовой главного храма как самое дорогое сокровище. О существовании книг было известно Александру Македонскому, и, когда он завоевал Персию, он решил вывезти их. Согласно преданию, один экземпляр он отправил в Афины, а другой сжег, чтобы навсегда лишить персов их сокровища.

Экземпляр, отправленный в Афины, был позже переправлен в Александрию. Во время пожара Александрийской библиотеки, происшедшего при захвате Александрии арабами (640 г. нашей эры), возможно, и ранее, в 391 г. нашей эры, когда часть библиотеки была уничтожена христианами-фанатиками, пропал и этот экземпляр «Зенд-Авесты».

С тех пор известны лишь копии отрывков, которые хранятся в том числе в Индии. Переводы этих отрывков были привезены французом А.Дюпероном в 1761 г. в Европу и оказали значительное влияние на философов XVIII и XIX вв.

Проблема устройства Вселенной и ее единства в многообразии всегда волновала философов и ученых.

Фалесом Милетским (626–547 гг. до н.э.), древнегреческим философом, родоначальником античной и вообще европейской философии и науки, основателем Милетской философской школы, был поставлен вопрос о необходимости сведения всего многообразия явлений и вещей к единой первооснове (первостихии

или первоначалу), которой считал жидкость («влажную природу»), на нашем сегодняшнем языке, он предполагал гидродинамическое устройство мира, иначе говоря, эфир он считал жидкостью.

Анаксимандром (610–546 гг. до н.э.), учеником Фалеса, было введено в философию понятие первоначала – «апейрона» – единой вечной неопределенной материи, порождающей бесконечное многообразие сущего. Однако можно предположить, что это понятие – «апейрон» – было не введено Анаксимандром, а заимствовано им из более древних источников.

Анаксимен (585–525 гг. до н.э.), ученик Анаксимандра, этим первоначалом считал газ («воздух»), путем сгущения и разрежения которого образуются все вещи, то есть он предполагал переменную плотность апейрона и газодинамическое устройство мира. В этой части Анаксимен предвосхитил современную эфиродинамику.

Идеи «первоначала» были развиты Левкиппом (V в. до н.э.), выдвинувшим идею пустоты, разделяющей все сущее на множество элементов, свойства которых зависят от их размеров, формы, движения, и далее – учеником Левкиппа Демокритом, которого мы считаем основоположником атомизма.

По ряду свидетельств Демокрит обучался у халдеев и магов, вначале присланных в дом его отца для обучения детей, а затем посетив магов в стране Мидия (северо-западный Иран). Сам Демокрит не приписывал себе авторства атомизма, упоминая, что атомизм заимствован им у мидян, в частности, у магов – жреческой касты (по свидетельству Геродота, одного из шести племен, населявших Мидию).

Господствовавшая идея магов (могучих) – внутреннее величие и могущество, сила мудрости и знание. По ряду свидетельств маги заимствовали свои знания у халдеев, которых считали основателями звездочетства и астрономии. Халдеи, которым в Древней Греции и Древнем Риме придавалось большое значение, являлись жрецами и гадателями, а также натуралистами, математиками, теософами. Маги основали магию – учение, позволявшее на основе знания тайн природы производить необычные явления.

В дальнейшем это учение, к сожалению, было дискредитировано многочисленными псевдомагами – шарлатанами.

Наиболее подробно атомизм древности отражен именно в работах Демокрита, чему посвящено достаточно много литературных исследований. Следует, однако, заметить, что ряд положений атомизма Демокрита остался непонятым до настоящего времени практически всеми исследователями его творчества. Речь прежде всего идет о соотношениях атомов и амеров – частей атомов.

Демокрит указывал, что атомы – элементы вещества неделимы физически, не разрезаемы в силу плотности и отсутствия в них пустоты. Атомы наделены многими свойствами тел видимого мира (таким образом, Демокрит полагал, что аналогия микромира и макромира уместна), как то: изогнутостью, крючковатостью, пирамидальностью и т.п. В своем бесконечном многообразии как-по форме, так и по размерам атомы образуют все содержимое реального мира. Однако в основе этих различающихся по форме и размерам атомов лежат áмеры – истинно

неделимые, лишенные частей. Идея о двух видах атомов была упомянута и последующими исследователями, например Эпикуром (342–272 гг. до н.э.).

Амеры (по Демокриту) или «элементы» (по Эпикуру), являясь частями атомов, обладают свойствами, совершенно отличными от свойств атомов. Например, если атомам присуща тяжесть, то амеры полностью лишены этого свойства.

Полное непонимание на протяжении многих веков этого кажущегося противоречия привело к существенному искажению толкования учения Демокрита. Уже Александр Афродийский упрекает Левкиппа и Демокрита в том, что не имеющие частей амеры, постигаемые умом в атомах и являющиеся их частями, невесомы. Это непонимание продолжается и в настоящее время.

Упомянутое кажущееся противоречие имеет в своей основе представление о том, что тяжесть, вес (гравитация) есть врожденное свойство материи. Между тем гравитация может быть объяснена как результат движения и взаимодействия (соударений) амеров. Тогда атом как совокупность амеров, окруженный амерами же, может испытывать притяжение со стороны других атомов благодаря импульсам энергии, передаваемым амерами по-разному, в зависимости от того, с какой стороны от атома находятся другие атомы, что и создает эффект взаимного притяжения атомов. Амеры же, являясь носителями кинетической энергии, никакой тяжестью обладать не будут. Следовательно, если полагать гравитацию следствием проявления совокупного поведения амеров, а не врожденным свойством материи (явлением, свойственным комплексу, но не принадлежащим его частям), то противоречие легко разрешается. Вся же совокупность амеров, перемещающихся в пустоте и соударяющихся друг с другом, является общемировой средой, апейроном, по выражению Анаксимандра, а по-русски – эфиром.

Таким образом, эфир имеет достаточно древнюю историю, восходя к самым началам известной истории культуры человечества.

Каким же образом и по каким причинам эфиродинамические знания, которыми располагали древние ученые, оказались утраченными?

Представляется, что главной причиной утраты древних знаний является их невостребованность производством: рабовладельческое общество не нуждалось в высоких технологиях, и они были забыты. ***Знания, в которых общество уже более не нуждается, неизбежно утрачиваются.***

Существовало множество ныне утраченных технологий, рецептов, способов. Многие религиозные обряды у различных народов приобрели ритуальный мистический характер, хотя на самом деле они отражают определенные технологические процессы, ныне утраченные. То же относится и к некоторым народным танцам. Таким образом, следует констатировать, что утрата знаний со временем есть такой же фундаментальный процесс, сопровождающий развитие человечества, как и их накопление.

Автор выдвигает предположение, что эфиродинамика, то есть наука о природе и свойствах эфира – мировой среды и о структуре вещества и полей на его основе была широко известна в древнейшем мире, и отдельные ее фрагменты и отголоски дошли до нас. Выдвигается также предположение, что Демокрит, в

частности, не сам изобрел идею атомизма, а, получив некоторые сведения от Левкиппа, который тоже не является автором атомизма, постиг затем это учение в Древнем Египте, где он пробыл пять лет, находясь среди жрецов, а затем пять лет обучался у магов – жреческого племени страны Мидия. Однако и египетские, и мидянские жрецы тоже не сами придумали атомизм, а почерпнули его из значительно более древних источников, совершенно не дошедших до нас.

По мнению автора, такие учения, как чарвака (Древняя Индия), древнекитайский даосизм, а также некоторые другие несут в себе остатки еще более древних материалистических знаний типа эфиродинамики.

Автор не согласен с высокомерной оценкой некоторых современных философов, использующих по отношению к философии глубокой древности термины типа «наивный материализм» – для такой оценки мы не располагаем достаточно достоверными фактами. Напротив, сопоставление различных учений друг с другом, верований, религий говорит о том, что все они в глубочайшей древности имели общие корни и эти корни были материалистичны и весьма основательны.

По мнению автора, такие ученые древности, как Эпикур, Анаксимандр, Анаксагор и более поздние – Аристотель и другие, внося свой «вклад» в философию естествознания, дополняя ее, все более отходили от первоисточников – древнейших знаний и искажали их.

В основе мировых религий, по мнению автора, лежит серьезная материалистическая основа, например, представление о единстве Вселенной. Не случайно латинское «Део» – Бог созвучно с китайским «Дао» – природа, а древнеславянское «Перун» – бог огня, грома и молнии созвучно с греческим «Апейрон» – эфир. Если в известной оде Державина понятие «Бог» заменить термином «эфир», то получится неплохое описание свойств материи эфира. Такие известные «божественные» проявления, как вездесущность, всемогущество и т.п., вполне соответствуют свойствам мировой материальной среды.

Однако цели религий были социальными, направленными на поддержку властей и существующего социального порядка. И это в конце концов привело к персонификации отдельных проявлений природы, а затем и всей природы в целом, и к полному выхолащиванию первоначального материалистического содержания. И уже рабовладельческий строй, не нуждавшийся в технологии производства, основанной на использовании глубинных законов природы, но нуждавшийся в закрепощении рабочей силы, привел к тому, что древнейшие знания были утрачены.

Есть основания полагать, что ряд древних учений, которые сегодня легко относят к суевериям, мистицизму и шарлатанству, такие, как алхимия, астрология, различного вида магии в свое время содержали в себе реальные и весьма полезные знания. В качестве примера полезности такого направления можно привести работы академика А.Л.Чижевского, фактически частично восстановившего астрологию. В своих работах на основе большого статистического материала он доказал взаимозависимость процессов на Солнце и на Земле. А известно, что процессы на Солнце слишком хорошо коррелируются с положением больших планет – Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна.

Не исключено, что технология алхимиков по созданию «золота, которое лучше рудничного» (Лулл), с помощью «философского камня» – ядерного катализатора, имела реальную почву. Иначе зачем было проводить реакции в герметически закрытых сосудах, когда в реакциях имел место «бой, превосходящий все, что только можно вообразить»? А реакции эти шли неделями...

И все ли мы знаем о «магии», чтобы с ходу полагать ее шарлатанством, которое, несомненно, было к ней примешано в более поздние времена любителями поживиться за ее счет?

Автор полагает, что те остатки древних учений, которые еще сохранились, должны быть тщательно изучены и переосмыслены в целях заимствования из них полезных сведений и проведения исследований в новых, весьма неожиданных направлениях.

Более поздняя история эфира многократно описана, пересказывать ее нет особой необходимости. Свой вклад в развитие различных теорий, гипотез и моделей эфира внесли: Эпикур, Тит Лукреций Кар, Платон, Ибн Сина (Авиценна), Ибн Рушд (Аверроэс), Р.Декарт, И.Ньютон, М.В.Ломоносов, Л.Эйлер, Лесаж, Г.Гельмгольц, М.Фарадей, Дж.К. Максвелл. Х.Лоренц, Г.Герц, В.Томсон (Лорд Кельвин), Дж.Дж.Томсон, И.О.Ярковский и многие, многие другие. Из советских ученых наиболее выдающийся вклад в это направление сделал ленинградский академик Владимир Федорович Миткевич. Он писал: «Абсолютно пустое пространство, лишенное всякого физического содержания, не может служить ареной распространения каких бы то ни было волн. Признание эфира, в котором могут иметь место механические движения, т.е. пространственные перемещения элементарных объемов этой «первоматерии», непрерывно заполняющей все наше трехмерное пространство, само по себе не является признаком механистической точки зрения».

17.2. Недостатки известных гипотез, моделей и теорий эфира

Несмотря на общий правильный методологический подход к проблеме эфира, практически всеми авторами теорий, моделей и гипотез эфира были допущены в их разработках принципиальные ошибки.

Основных недостатков было три.

Все теории, гипотезы и модели эфира рассматривали определенный узкий круг явлений, не затрагивая остальных.

Модели Декарта и Ньютона, естественно, никак не могли учесть электромагнитных явлений, тем более внутриатомных взаимодействий. Работы Фарадея, Максвелла, Лоренца, Герца и других не учитывали гравитации и не рассматривали вопросов строения вещества. Работы Стокса и Френеля пытались объяснить, фактически, лишь явления аберрации. Механические модели Навье, Мак-Куллаха и далее В.Томсона и Дж.Томсона рассматривали главным образом круг электромагнитных явлений, правда, В.Томсон и Дж.Томсон пытались все же в какой-то степени проникнуть в суть строения вещества.

Таким образом, ни одна теория эфира не пыталась ответить на основные

вопросы строения вещества и основных видов взаимодействий, тем самым оторвав их друг от друга.

Вторым крупным недостатком практически всех без исключения теорий и моделей эфира, кроме моделей Ньютона, Лесажа и Ярковского, является то, что эфир рассматривался как сплошная среда. Кроме того, большинством авторов эфир рассматривался как идеальная жидкость или идеально твердое тело. Такая метафизическая идеализация свойств эфира, допустимая лишь для некоторых физических условий или явлений, распространялась автоматически на все мыслимые физические условия и явления, что неминуемо вело к противоречиям.

Третьим недостатком многих теорий, кроме последних – В.Томсона и Дж.Томсона, является отрыв материи вещества атомов и частиц от материи эфира. Эфир выступает как самостоятельная субстанция, совершенно непонятным образом воспринимающая энергию от частиц вещества и передающая энергию частицам вещества. В работах Френеля и Лоренца присутствуют три независимые субстанции – вещество, независимое от эфира; эфир, свободно проникающий сквозь вещество, и свет, непонятным образом создаваемый веществом, передаваемый им эфиру и вновь воспринимаемый веществом, совершенно без какого бы то ни было раскрытия механизма всех этих передач и превращений.

Хотя авторами перечисленных выше теорий, гипотез и моделей сам факт существования среды – основы строения вещества и переносчика энергии взаимодействий утверждался правильно, перечисленные недостатки сделали практически невозможным использование этих теорий и их развитие в рамках исходных предпосылок.

17.3. Логика эфиродинамики и параметры эфира в околоземном пространстве

Как уже упоминалось, основной линией развития естествознания было углубление по уровням организации материи. Материя беспредельно дробима, и это означает, что любое материальное образование должно иметь части, а значит, и размеры, и структуру.

А как определялись части? Для этого анализировалось поведение «целых» образований при их взаимодействиях между собой. И в результате анализа определялись «части». Например, при анализе взаимодействий молекул (конец XVIII – начало XIX столетий) Лавуазье пришел к выводу о том, что у разных молекул есть общие части, которые он назвал «элементами». Изучив взаимодействие ряда молекул, Лавуазье пришел к выводу о том, что молекула есть комбинация этих «элементов», которые позже Дальтон назвал «атомами», заимствовав это название у Демокрита. Введение понятия атомов позволило выйти из кризиса естествознания того периода. Молекулы приобрели размеры и структуру, а химия получила мощный толчок к развитию.

Поэтому и сейчас, когда «элементарных частиц» вещества стало много (разные источники называют разное число частиц микромира – от 200 до 2000), для

получения данных об их структурах нужно проследить за их взаимодействиями и выявить наиболее общие черты этих взаимодействий.

Из того факта, что все виды частиц могут преобразовываться друг в друга, вытекает, что все они имеют одни и те же части – «кирпичики». А из того факта, что такие преобразования происходят только при их взаимном соударении, то есть в результате простого механического удара (а не в результате, например, магнитного или электрического воздействия), вытекает, что части частиц перемещаются в пространстве и тоже соударяются: ведь «элементарные частицы» вещества соударяются какими-то своими частями, а не всем телом сразу.

Таким образом, в результате анализа поведения микрочастиц выяснилось, что их части, «кирпичики», должны перемещаться в пространстве и соударяться. С другой стороны, эти «кирпичики» должны какими-то силами удерживаться в составе микрочастиц. Вполне допустимо предположение о том, что их удерживают такие же «кирпичики», которые находятся в окружающем микрочастицы пространстве. Это тем более вероятно, что известен экспериментальный факт «рождения» микрочастиц «физическим вакуумом», то есть пространством, не заполненным веществом. Это говорит о том, что исходный материал – «кирпичики» – уже содержится в вакууме. И следовательно, в вакууме содержится среда как совокупность этих «кирпичиков».

А теперь осталось ответить на вопрос, что же это за среда, заполняющая мировое пространство и состоящая из тех же самых «кирпичиков», из которых состоят и все «элементарные частицы» вещества. Выбор здесь не велик, поскольку для этого надо воспользоваться аналогией макромира. А нам известны всего лишь три типа сред в макромире: это твердое тело, жидкость и газ.

Из указанных трех тел на роль мировой среды подходит лишь газ. Твердое тело не годится, так как трудно объяснить, каким образом сквозь него могут протискиваться планеты, практически не изменяя скорости. Жидкое тело тоже мало подходит, так как жидкость, обладая поверхностным натяжением, должна в невесомости собираться в шары. А это значит, что тогда в пространстве будут наблюдаться неравномерности при прохождении света, но этого не наблюдается. И только газ удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к мировой среде: он естественным образом заполняет все пространство, имеет малую вязкость и способен в широких пределах изменять свою плотность, что немаловажно при образовании частиц вещества.

Поэтому нужно остановиться на газе. Тогда получается, что «молекулы» этого газа и есть те самые «кирпичики», из которых состоят микрочастицы вещества. Но тогда надо использовать все закономерности обычной газовой механики для обычного реального, т.е. вязкого и сжимаемого газа, чтобы разобраться в устройстве микрочастиц, а после этого – в устройстве атомов, молекул и всей Вселенной в целом. А поскольку газовая механика в настоящее время уже неплохо разработана, получается, что готовый модельный и математический аппарат для выполнения этой задачи уже создан. И эта среда, имеющая свойства газа, должна быть названа эфиром, как это и было всегда, а элемент среды – бмером, как его называл Демокрит.

Таблица 17.1

Параметры эфира в околоземном пространстве

Параметр	Величина	Единица измерений
Эфир в целом		
Плотность	$8{,}85 \cdot 10^{-12}$	кг·м$^{-3}$
Давление	$> 2 \cdot 10^{32}$	Н·м$^{-2}$
Энергосодержание	$> 2 \cdot 10^{32}$	Дж м$^{-3}$
Температура	$7 \cdot 10^{-51}$	К
Скорость первого звука	$> 5{,}3 \cdot 10^{21}$	м·с$^{-1}$
Скорость второго звука	$3 \cdot 10^{8}$	м·с$^{-1}$
Коэффициент температуропроводности	10^{5}	м^{2}·с$^{-1}$
Коэффициент теплопроводности	$2 \cdot 10^{91}$	м·с$^{-3}$·К
Кинематическая вязкость	10^{5}	м^{2}·с$^{-1}$
Динамическая вязкость	10^{-6}	кг$^{-1}$·м$^{-1}$·с
Показатель адиабаты	1–1,4	–
Теплоемкость с (р)	$> 3 \cdot 10^{95}$	м^{2}·с$^{-2}$·К
Теплоемкость с (V)	$> 2 \cdot 10^{95}$	м^{2}·с$^{-2}$·К
Амер (элемент эфира)		
Масса	$< 7 \cdot 10^{-117}$	кг
Диаметр	$< 4 \cdot 10^{-45}$	м
Количество в единице объема	$> 1{,}3 \cdot 10^{105}$	м$^{-3}$
Средняя длина свободного пробега	$< 5 \cdot 10^{-17}$	м
Средняя скорость теплового движения	$6{,}6 \cdot 10^{21}$	м·с$^{-1}$

Для расчета основных параметров эфира были использованы как исходные энергия электрического поля протона и энергия сильного ядерного взаимодействия. Первое позволило найти плотность эфира в околоземном пространстве, второе – его энергосодержание и давление. А затем, применив формулы обычной газовой механики, оказалось возможным рассчитать все основные параметры эфира как обычного газа. Результаты расчетов приведены в таблице. Как видно из таблицы 17.1., плотность эфира на 11 порядков меньше, чем плотность воздуха при обычном давлении и обычной температуре. Зато его энергосодержание и давление весьма велики. Получается, что один кубический метр свободного эфира содержит в себе энергию почти миллиарда миллиардов мегатонных атомных бомб. Расчет параметров эфира изложен в работе [1].

17.4. Формы движения газоподобного эфира

В полностью уравновешенном газе не может быть никаких взаимодействий. Однако в неуравновешенном газе возникают движения, ламинарные течения, вихри, температурные различия и т.п. В результате создаются градиенты давления, и на тело, попавшее в поле этих градиентов, начинает действовать разность сил давлений, которая стремится сместить тело в сторону меньшего давления. Поэтому для того чтобы разобраться в различных физических силовых полях, нужно понять, какие формы движения могут существовать в реальном газе эфире, какие при этом возникают градиенты давлений и как все это соотносится с теми физическими взаимодействиями, которые нам известны. При этом возникает вопрос, не существует ли каких-либо форм движения или их комбинаций, не использованных в этих взаимодействиях, и не существуют ли в связи с этим и еще какие-нибудь физические поля, нам пока неизвестные (рис.17.1).

Если рассматривать отдельный амер, то у него по отношению к другим амерам может существовать лишь одна основная форма движения – *поступательная*. Амер сохраняет свое движение до тех пор, пока не столкнется с другим амером, что их обоих заставит изменить направление движения. Конечно, при этом могут возникнуть и деформации амеров, и вращение их, на что затратится энергия, однако эти формы движения для эфира в целом не являются главными, поэтому их изучение – дело будущего.

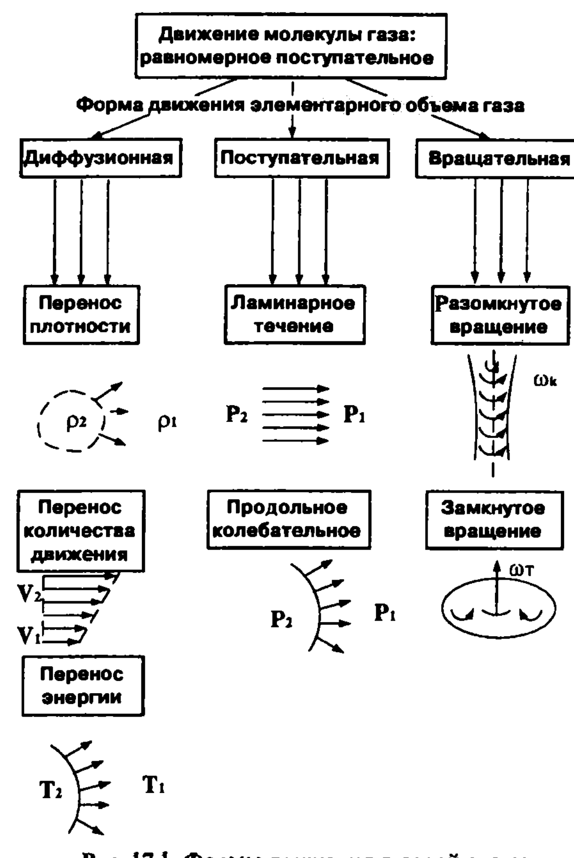


Рис. 17.1. Формы движения газовой среды.

Элементарный объем эфира обладает уже тремя формами движения – диффузионной, поступательной и вращательной. Эти три формы имеют следующие виды движения:

– ***диффузионная*** – три вида: ***перенос масс*** (если плотность газа в различных облас-

тях пространства разная); ***перенос количества движения*** (если в газе есть градиент скоростей потоков); ***перенос энергии*** (если в газе есть разность температур);

- ***поступательная*** – два вида: ***ламинарное течение*** (типа ветра) и ***первый звук*** (передача малого приращения давления);
- ***вращательная*** – два вида: ***разомкнутое вращение*** (типа смерча) и ***замкнутое вращение*** (типа тороида).

Остальные формы движения газа – это лишь комбинации перечисленных.

Как известно, возбудителем всех видов полей является вещество, которое состоит из «элементарных частиц». Сами же микрочастицы обязаны своим существованием одному из указанных выше видов движения эфира.

Из всех перечисленных форм и видов движения эфира только один вид движения – ***тороидальный*** – может обеспечить в ограниченном пространстве локализацию уплотненного газа, все остальные виды движения газа в пространстве не локализованы. Таким образом, тороидальный вихрь – единственное образование, которое может отождествляться с микрочастицами.

Как образуются вихри? Для их образования достаточно просто хаотического соударения струй газа. Начиная с некоторого критического значения скоростей соударения, газ начинает закручиваться, и в пограничных областях струй образуются кольцевые вихри. Эти вихри самоуплотняются, поскольку газ, в отличие от жидкости, сжимаем, уменьшаются в размерах и самопроизвольно делятся.

Тороидальные вихри моделировать относительно просто (рис. 17.2). Это можно сделать с помощью так называемого «ящика Вуда» – деревянного ящика типа посылочного, в дне которого прорезано отверстие, а противоположная сторона затянута упругой пленкой. В ящик кладется дымовушка. При ударе по пленке из отверстия выскакивает дымовое кольцо тороидальной формы (рис. 17.2а). При внимательном рассмотрении процесса можно заметить, что сразу после вылета дымовое кольцо уменьшает свой размер, а потом начинает увеличиваться, затем тормозиться и, наконец, кольцо теряет свою форму и растворяется в воздухе.

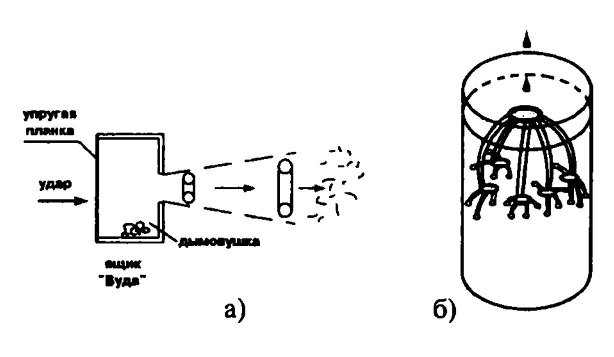


Рис. 17.2. Образование кольцевых тороидальных вихрей: а) с помощью «ящика Вуда»; б) в воде при падении капли чернил.

Аналогичное явление, только без сжатия вихрей, можно наблюдать в обычной воде, если в нее капнуть с небольшой высоты каплю чернил (рис. 17.2б). Это простой, красивый и эффектный эксперимент, доступный каждому. При проведении опыта нужно поставить около банки с водой настольную лампу, чтобы лучше наблюдать образование вихревых колец.

Специально поставленные эксперименты показали, что линейный газовый вихрь представляет собой трубу с уплотненными стенками с пониженным давлением внутри трубы (центробежные силы отбрасывают газ из центра к стенкам) и градиентным пограничным слоем вокруг нее (рис.17.3).

При вихреобразовании в газе формирующиеся вихри самопроизвольно уменьшают свой размер. Это хорошо видно на фотографиях искусственно созданных смерчей (рис.17.4).

По мере раскрутки вихрь уменьшает свой радиус. Выяснено, что при этом внешнее давление атмосферы сдавливает вихрь и часть потенциальной энергии атмосферы самопроизвольно переходит в кинетическую энергию вращения вихря.

Благодаря температурному пограничному слою газовая труба не рассыпается, а вращается почти как твердое тело. В температурном пограничном слое благодаря высокому градиенту скоростей температура понижена, вязкость тоже понижена, и вихрь вращается в пограничном слое, как в подшипнике скольжения, отдавая внешней среде лишь минимум энергии.

Однако более устойчиво винтовое движение газа в вихревом столбе,

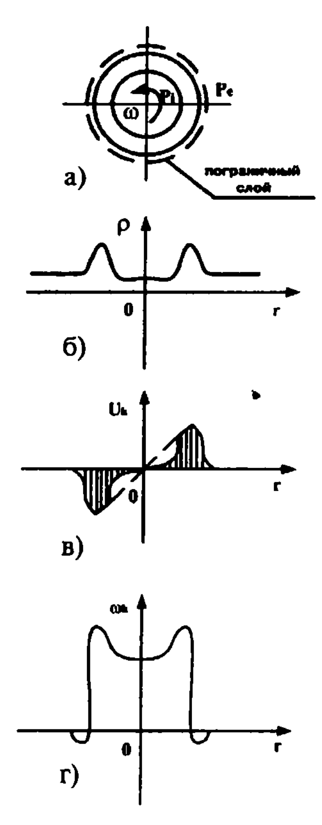


Рис. 17.3. Структура газового вихря: а) поперечный разрез газового вихря: стенки уплотнены и отделены пограничным слоем от внешней среды; внутреннее давление P_i меньше внешнего давления Ре; б) эпюра плотности газа; в) эпюра кольцевой скорости; г) эпюра угловой скорости.

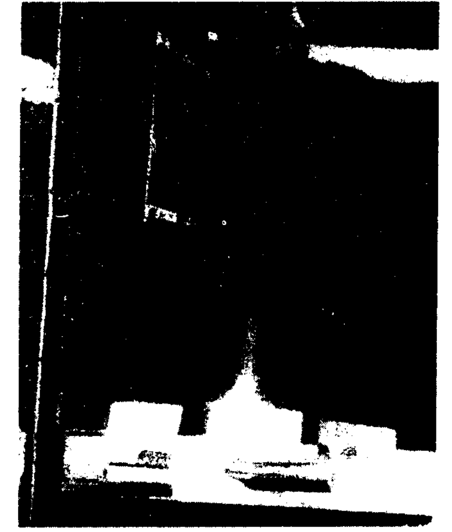


Рис. 17.4. Фотография искусственного смерча.

так как при этом градиент скорости в пограничном слое еще больше – добавляется еще одно перемещение газа вдоль столба. Поэтому смерчи наиболее устойчивы тогда, когда в них сочетаются два движения – вращательное вокруг оси и поступательное вдоль оси вихря.

В тороидальном же вихре происходит все то же самое, только эта труба газового вихря замкнута сама на себя, в результате чего получается винтовой вихревой тороид.

Винтовые вихревые тороиды могут иметь несколько форм (рис. 17.5).

Одна из них – тонкое вихревое кольцо. Вторая форма – шарообразная, близкая к так называемому вихрю Хилла. В зависимости от ориентации кольцевого движения (движения вокруг главной оси тороида) по отношению к тороидальному движению вокруг кольцевой оси тороидального тела возможно правое или левое винтовое движение. Может быть и только одно тороидальное движение, без кольцевого, но такой вихрь менее устойчив.

а)

б)

в)

г)

Рис. 17.5. Различные формы газовых тороидальных вихрей: а) тонкий кольцеобразный тороидальный вихрь; б) структура обычного дымового кольца; в) вихрь Хилла; г) многослойный вихрь Тейлора.

Тороидальные вихри могут быть окружены только температурным пограничным слоем, тогда в его движение вовлекается окружающий эфир, возникает винтовое поле в окрестностях тороида. Если на температурный пограничный слой накладывается дополнительно еще градиентный пограничный слой (более широкий), то кольцевое движение не распространяется за пределы этого пограничного слоя, в окружающей среде возникает только тороидальное поле скоростей.

К винтовому тороиду могут дополнительно присоединяться тороидальные же внешние вихри (присоединенные вихри). Примером многослойного вихря является так называемый вихрь Тейлора, полученный экспериментально Дж.Тейлором (рис.17.5г). Такой вихрь напоминает атом с его электронными оболочками.

Благодаря наличию пограничного слоя, удерживающего вихрь от разрушения, возникает градиент скоростей, что приводит к падению температуры в пограничном слое, а поэтому всякий газовый вихрь охлаждает окружающую среду, постепенно забирая от нее тепло. Когда все температуры выравняются, температурный пограничный слой перестанет существовать, а кинетическая энергия вращения тела вихря исчерпается, вихрь разрушится.

Когда вихрь отдает часть своей энергии, он увеличивает свой диаметр. Причин тому несколько: одна из них заключается в том, что внутреннее давление

в центральной части вихря начинает подниматься, так как центробежные силы не так интенсивно теперь отбрасывают газ из внутренней области к стенкам.

Здесь следует сделать одно немаловажное замечание.

Вокруг винтового вихревого тороида возникает поле температурного градиента и, как следствие, поле градиента давлений эфира. Когда какое-либо тело состоит из множества вихревых тороидов и они ориентированы в пространстве хаотично, то все остальные виды движения эфира, вызываемые ими, затухают в пространстве достаточно быстро. Поле же градиента температур и сопровождающее его поле градиента давлений распространяются на многие миллионы километров. Это и является той причиной, по которой тела притягиваются друг к другу. На каждое тело, попавшее в поле градиента давлений эфира действует разность сил, что создает эффект притяжения одного тела другим. Такое температурное поле описывается обычным уравнением теплопроводности, а его решение позволяет впервые строго вывести закон тяготения. При этом оказывается, что на близких (в пределах десятков а.е.) закон Ньютона соблюдается с высокой точностью, а на больших расстояниях силы тяготения убывают быстрее, чем квадрат расстояния. Это позволяет избежать гравитационного парадокса, который получается, если строго следовать закону Ньютона.

Вокруг винтового вихревого тороида при отсутствии градиентного пограничного слоя возникает тороидальное и кольцевое поля скоростей. Первое описывается законом Био-Савара как и магнитное поле элементарных частиц. Второе описывается формулой Гаусса как и электрическое поле частиц (рис.17.6).

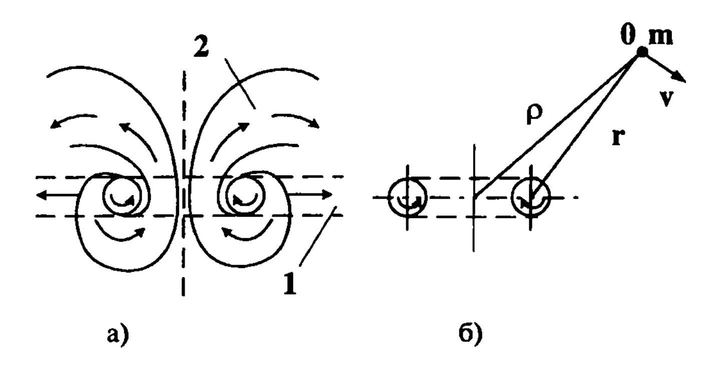


Рис. 17.6. К выводу закона распределения скоростей вокруг тороидального кольцевого вихря: для кольцевого движения (а) и для тороидального движения (б); 1 - распространение кольцевого движения при отсутствии тороидального движения; 2 - распространение кольцевого движения тороидальным вихрем.

17.5. Эфиродинамическая модель вещества

17.5.1. Протон, нейтрон и атом водорода

Как уже было показано выше, эфир оказался реальным, т.е. вязким сжимаемым газом. Единственной формой движения любого газа, в том числе и эфира, которая способна локализовать уплотненный газ, является замкнутое тороидальное движение. И поэтому основную частицу микромира – ***протон*** необходимо отождествлять с этим газовым образованием. Это означает, что протон является тороидальным кольцевым вихрем сжатого эфира.

Но устойчивость тороидального движения существенно повышается, если тороидальное кольцо помимо тороидального имеет еще и кольцевое вращение, при котором потоки сжатого эфира, образующего тороид, движутся по винтовой линии. В этом случае на поверхности вихря образуется градиентный пограничный слой потоков эфира, препятствующий разбросу тела вихря из-за центробежных сил. Вязкость самого эфира в этом слое существенно уменьшена, как это и положено в градиентных слоях: чем выше градиент потоков газа, тем меньше вязкость. Поэтому отдача энергии вращения во внешнюю среду через такой слой уменьшена, и протон оказывается устойчивым. Внешнее давление эфира уравновешивает эти силы и внутреннее давление в теле протона, которое понижено по сравнению с внешним давлением из-за тех же центробежных сил.

Поскольку протон есть тороидальный вихрь с уплотненными стенками, то сразу видно, что в нем есть и оболочка, и уплотненная центральная часть – керн (рис. 17.7а). И то, и другое образовано уплотненными стенками вихревой трубки. В центре протона должно существовать небольшое отверстие, так что он не совсем шарик, а немного похож на бублик. По аналогии со сформировавшимися газовыми вихрями можно полагать, что отношение размера большого диаметра к толщине протона должно быть равно примерно 1,7. Это означает, что трубка, образующая протон, имеет не круглое, а скорее эллипсовидное сечние. Данное обстоятельство оказывает существенное влияние на организацию структуры атомных ядер.

Расчет, выполненный на основе сопоставления энергии электрического поля протона с энергией его механического кольцевого движения, показал, что стенки протона движутся со скоростью, по крайней мере, на 13 порядков превышающей скорость света.

Протон устойчив и упруг. Время его существования в составе ядер составляет более десятка миллиардов лет. Прямых экспериментальных замеров не существует, используемые физиками для этой цели методы ошибочны, тем не менее косвенные данные говорят о таком порядке величины.

А вокруг тела протона образуются потоки слабо сжатого эфира, которые воспринимаются как магнитное поле (тороидальная составляющая винтового движения) и как электрическое поле (кольцевая составляющая того же винтового движения).

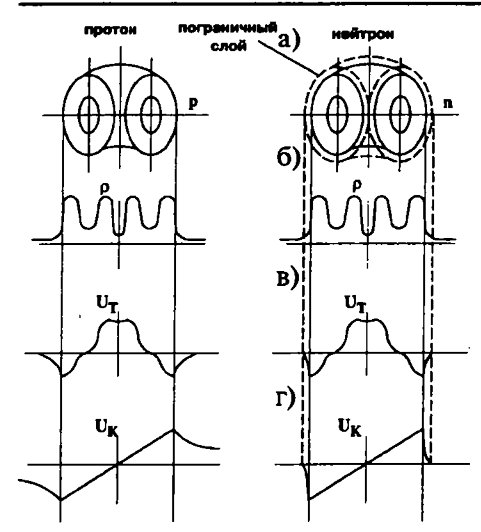


Рис. 17.7. Протон и нейтрон: а) поперечный разрез; б) эпюра плотности; в) эпюра тороидальной скорости; г) эпюра кольцевой скорости.

Целесообразно напомнить, что тороидальное движение потоков газа описывается законом Био-Савара, как и магнитное поле, а кольцевое движение описывается так же, как и электрическое поле – теоремой Гаусса. Соответственно описываются моменты и силы, действующие на винтовые тороиды со стороны других таких же тороидов.

Сопоставление выражения для энергии механического кольцевого движения эфира:

$$W_k = \int_R^{\infty} (\rho V_k^2/2)dV,$$

где r – плотность эфира в окружающем протон пространстве, v_k – скорость кольцевого движения, V – объем, с известным выражением для энергии его электрического поля:

$$W_c = \int_R^{\infty} (\varepsilon_0 V_k^2/2)dV,$$

где e_o – диэлектрическая проницаемость вакуума, Е – напряженность электрического поля, приводит к выводу о том, что электрическим зарядом является циркуляция количества кольцевого движения плотности эфира по всей поверхности протона, а диэлектрическая проницаемость вакуума оказывается массовой плотностью эфира, размерности фарада/метр соответствует размерность кг/куб.м. Это позволяет сразу же определить плотность эфира в околоземном пространстве как $8{,}85 \cdot 10^{-12}$ кг/м^3.

Расчет показал, что скорость движения эфира в стенке протона составляет порядка $2 \cdot 10^{21}$ м/с.

Нейтрон – это тот же протон, но окруженный пограничным слоем эфира, внутри которого локализовано кольцевое движение, благодаря чему он воспринимается как электрически нейтральная частица (рис. 17.7б).

17.5.2. Структура атомных ядер, сильное и слабое ядерные взаимодействия

Если рядом с протоном находится еще один протон, то они могут соприкоснуться друг с другом. Однако такое их взаимное положение неустойчиво: если тороидальные потоки в пограничном слое антипараллельны, то кольцевые ока-

жутся параллельными, и протоны будут отталкиваться за счет кольцевых потоков. Если кольцевые антипараллельны, то параллельными окажутся тороидальные, и тороиды вновь будут отталкиваться. Другое дело, если у одного протона образуется пограничный слой, в котором кольцевое движение будет локализовано. Тогда при антипараллельной ориентации тороидальных потоков параллельных потоков кольцевого движения не будет: у нейтрона они отсутствуют. В результате градиент скорости в пограничном межнуклонном слое еще более повысится, и силы взаимодействия увеличатся. Это взаимодействие нуклонов в ядрах атомов получило название сильного ядерного взаимодействия.

Сильное ядерное взаимодействие представляет собой взаимодействие нуклонов в ядре через общий градиентный пограничный слой, в котором благодаря высокому градиенту скоростей давление эфира понижено, и внешний эфир придавливает нуклоны друг к другу (рис. 17.8).

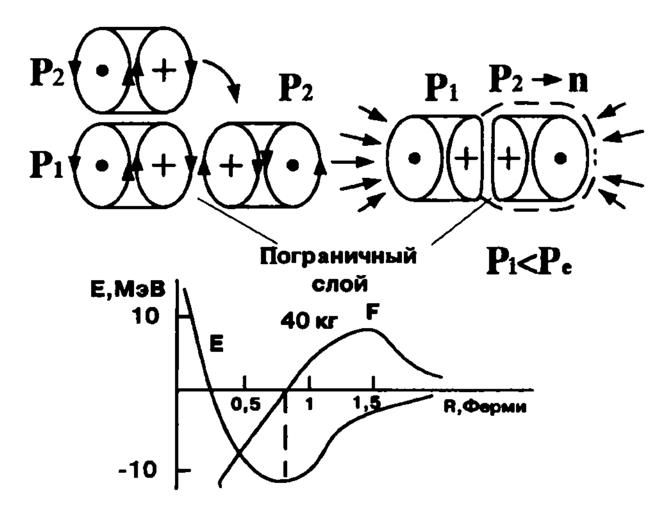


Рис. 17.8. Природа сильного ядерного взаимодействия: давление эфира в межнуклонном слое градиентных течений падает, и внешнее давление эфира прижимает нуклоны друг к другу.

Толщина градиентного пограничного слоя между нуклонами равна порядка 0,1 ферми = $= 10^{-16}$ м, а энергия протон-нейтронной связи в дейтроне составляет 2,2245 МэВ, расстояние, на котором взаимодействие убывает до нуля, равно 1 Ферми, а площадь поперечного сечения нуклонов равна $2\cdot10^{-30}$м, градиент скоростей потоков эфира в межнуклонном слое составил значение $2\cdot10^{37}$ м²/с. Отсюда давление в эфире оказалось равным порядка $2\cdot10^{32}$ Н/м², удельное энергосодержание эфира – $2\cdot10^{32}$ Дж/м². Этот расчет вместе с расчетом энергии электрического поля протона (кольцевого движения эфира вокруг протона) явился основой для определения параметров эфира в околоземном пространстве.

В случае ***дейтрона*** – атомного ядра тяжелого водорода (дейтерия) вследствие того, что диаметр нуклона больше, чем его толщина, соединение происходит по торцам нуклонов, но для устойчивости системы нужно, чтобы кольцевое движение одного из нуклонов было погашено, что и происходит за счет образования пограничного слоя у одного из них. Этим самым градиент скоростей эфира между нуклонами увеличивается, давление в градиентном слое снижается, и система

становится устойчивой. При этом эфир в пограничном слое между нуклонами уплотняется всего лишь в 16-20 раз.

В сложных атомах соединение нуклонов происходит боковыми стенками, поскольку для трех и более нуклонов соединение торцами становится неустойчивым (продольный размер системы в этом случае становится больше диаметра каждого нуклона). Тогда у части нуклонов тоже происходит перестройка их пограничных слоев, и их кольцевое движение оказывается локализованным внутри этих слоев. Это обеспечивает повышение градиента скорости, а также снижение давления и вязкости эфира в межнуклонном пространстве, и вся система нуклонов – атомного ядра становится устойчивой.

Нуклоны упруги и могут подвергаться упругим деформациям. Для этого нужны большие силы, соизмеримые с теми, что удерживают протон от распада. Такие силы появляются, когда нуклоны соединяются в ядре, поскольку давление эфира в межнуклонном пограничном слое понижается, и внешнее давление эфира прижимает нуклоны друг к другу. Площадь соединения нуклонов увеличивается за счет их деформации, и энергия связи возрастает. Получается конструкция, похожая на два воздушных шарика, прижатых друг к другу.

Антипараллельное соединение в сложных ядрах получается автоматически – нуклоны вынуждены ориентироваться именно таким образом, ибо давления в эфире на поверхности нуклонов таковы, что нуклоны вынуждены под их воздействием развернуться антипараллельно.

Присоединение последующих нуклонов происходит аналогично. Однако, когда соединяются четыре нуклона, то появляется новая возможность: четыре нуклона могут образовать кольцевую структуру, тогда по их периферии пройдет общий поток эфира, внутренний поток, движущийся в противоположную сторону, тоже становится общим.

За счет этого энергия связи резко увеличивается, и образуется устойчивая ***альфа-частица.*** И если в случае соединения только двух нуклонов в дейтроне энергия их связи составляет 2,2245 МэВ, то в составе альфа-частиц на каждую поверхность соединения двух нуклонов приходится по 7,1 Мэв энергии связей. Это и понятно, потому что каждый нуклон соединен с другими нуклонами не через одну, а через две поверхности, это дает 2,2245×2 = 5,225 МэВ, остальное добирается за счет деформации вихрей протонов и увеличения площади их соединения, а также за счет общих потоков эфира, охватывающих альфа-частицу внутри и снаружи, на модели это хорошо видно (рис. 17.9). Отсюда вытекает целесообразность построения структур атомных ядер на основе альфа-частиц (четно-четные ядра) – ядер гелия, бериллия, углерода, кислорода, неона, магния и т.д. до цинка. При этом получают естественное объяснение изменения энергий по мере увеличения количества нуклонов в ядрах (с учетом их деформаций), так называемые магические ядра, которые являются опорными структурами для всех изотопов – кислород, кальций, рутений, гадолиний и т.д. (рис. 17.6). Из структур ядер вытекает естественное объяснение их спинов, коэффициентов формы, магнитных моментов и пр.

Отсюда же видно, что энергии связей четных нуклонов должны быть боль-

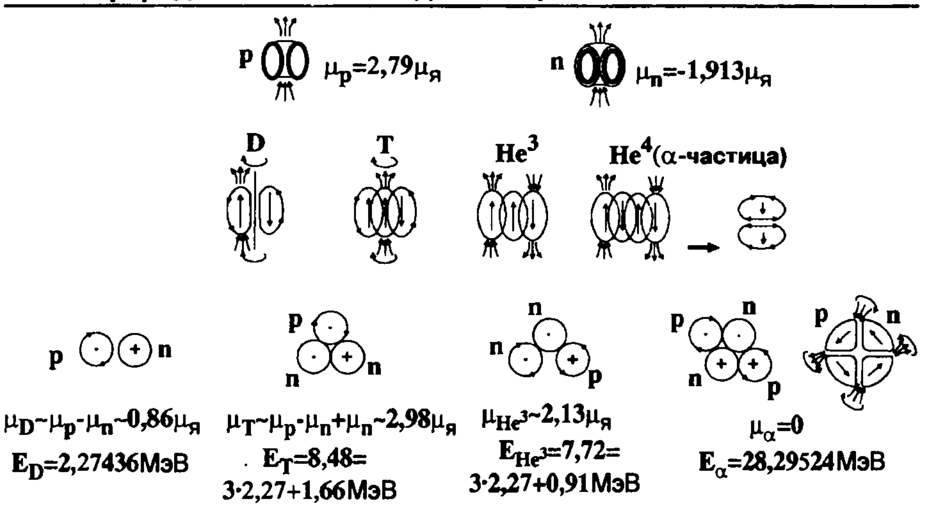


Рис. 17.9. Структура протона, нейтрона, дейтрона, тритона и альфа-частицы.

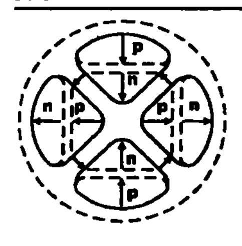
ше, чем нечетных, по крайней мере, в легких ядрах. А кроме того, все структуры ядер следует рассматривать состоящими из альфа-частиц и дополнительно присоединенных к ним нуклонов. Тогда легко получают объяснение структуры ядер с так называемыми магическими числами нейтронов, у которых энергия связей велика и которые в связи с этим особо устойчивы. Правда, анализ энергий изотопов с магическими числами нейтронов показывает, что часть из них не имеет повышенных значений энергий связи.

Опорными структурами для атомных ядер всех изотопов являются ядра с числами нейтронов:

2 – гелий – 1 альфа-частица;
8 – кислород – 4 альфа-частицы (рис. 17.10);
20 – кальций – 10 альфа-частиц (рис. 17.11);
28 – никель – 14 альфа-частиц;
50 – рутений – 22 альфа-частицы + 10 нейтронов (рис. 17.12);
82 – гадолиний – 32 альфа-частицы + 18 нейтронов (рис. 17.13);
126 – торий – 45 альфа-частиц + 36 нейтронов.

В последних трех случаях к опорной структуре ядра предыдущего ряда добавляются как альфа-частицы, так и отдельные нуклоны, которые, видимо, устанавливаются в щелях между альфа-частицами. Поэтому общее число дополнительных нуклонов увеличивается с увеличением атомного ядра: поверхность увеличивается и щелей становится больше.

Учет деформации нуклонов позволяет несложно объяснить чередование уровней энергий присоединения каждого из последующих нуклонов: известно, что если присоединение к ядру еще одного нуклона дает некоторую прибавку энергии связи, то присоединение еще одного – тоже дает прибавку, но меньшую,



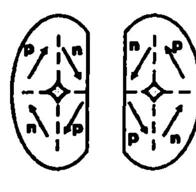


Рис.17.10. Структура ядра кислорода – 4 альфа-частицы.

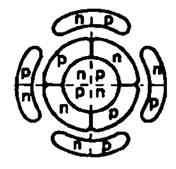
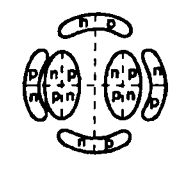



Рис.17.11. Структура ядра кальция – 10 альфа-частиц.

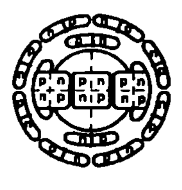
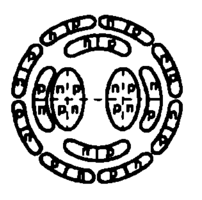



Рис.17.12. Структура ядра рутения – 22 альфа-частицы + 10 нейтронов.

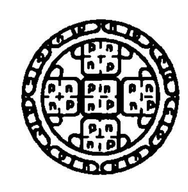


Рис.17.13. Структура ядра гадолиния – 32 альфа-частицы + 18 нейтронов.

следующего – еще прибавку, большую, чем предыдущая, но меньшую, чем первая и т.д. Объяснение такое: если на поверхность ядра становится один дополнительный нуклон, то у него будет одна поверхность соединения с этим ядром. Присоединение еще одного нуклона прибавляет две поверхности – между новым нуклоном и поверхностью ядра и предыдущим нуклоном, поэтому энергия его присоединений будет больше, чем в предыдущем случае. Присоединение третьего нуклона тоже даст добавление двух поверхностей, но на более выпуклые поверхности предыдущих двух нуклонов, деформированных за счет их взаимной связи, значит прибавка энергии связей будет меньше. А присоединение четвертого нуклона дает новую альфа-частицу, и прибавка в энергии связей снова возрастает, хотя из-за все возрастающей выпуклости нуклонов эта добавка и не будет столь велика.

Таким образом, на основе эфиродинамических представлений оказывает-

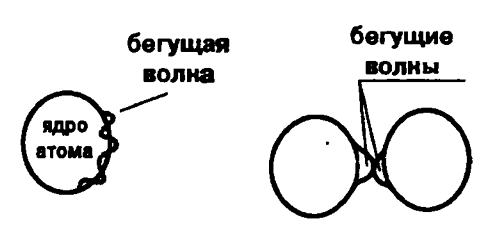


Рис. 17.14. Природа слабого ядерного взаимодействия: а) поверхностная бегущая волна возбуждает в окружающем эфире волны - электромагнитное излучение; б) волны на поверхности двух нуклонов, сойдясь в межнуклонном слое, раздвигают нуклоны, и ядро может развалиться.

ся относительно несложным получить модели структур ядер любых атомов и их изотопов.

Слабое ядерное взаимодействие является результатом прохождения поверхностных волн по телу нуклонов. Причинами появления таких волн могут быть либо внешние, например удар по поверхности ядра другими микрочастицами (наведенная радиоактивность), либо внутренние, когда в результате неустойчивости ядра в нем развиваются колебания (естественная радиоактивность) (рис. 17.14).

Прохождение волн по поверхности ядра вызывает во внешнем эфире колебания – электромагнитное излучение, обычно рентгеновского спектра. В связи с тем что энергия поверхностных волн тратится на возбуждение волн в окружающем эфире, амплитуда волн на поверхности ядра и соответственно интенсивность излучения должны постепенно затухать, но в силу того, что плотность эфира в нуклонах в ядре многократно превышает плотность свободного эфира, расходование энергии поверхностных волн происходит медленно, и радиоактивность как естественная, так и наведенная может продолжаться достаточно долго.

Если гребни волн от двух нуклонов одновременно проходят через общий пограничный слой, то нуклоны раздвигаются, и силы их взаимодействия ослабляются. Начиная с определенного расстояния, силы отталкивающего кольцевого движения (электрическое поле) становятся преобладающими, тогда ядро развалится.

Развал ядра, конечно, будет прежде всего сопровождаться излучением отдельных нейтронов, наиболее слабо связанных с остальным ядром, а также излучением альфа-частиц, поскольку сами альфа-частицы являются весьма устойчивыми образованиями, а их связь с остальным ядром относительно слаба, а также электромагнитным излучением всех компонентов распада, поскольку вряд ли их поверхности останутся невозмущенными.

Таким образом, физическая сущность слабых ядерных взаимодействий тоже получает простое физическое и вполне наглядное представление.

17.5.3. Структура электронных оболочек атомов и механизм химических реакций

Если же внешние потоки протона замкнутся не через внутреннее отверстие кольца, а во вне, то они охватывают тело протона присоединенным вихрем (понятие присоединенных вихрей в аэродинамику введено Н.Е.Жуковским). Этот присоединенный вихрь в пространстве ограничен только условиями собственной устойчивости, поэтому он значительно больше по объему, чем поток эфира около ядра, это и есть электронная оболочка атома. Несложно увидеть, что в этом присоединенном вихре знак винтового движения противоположен знаку винтового движения потока эфира, вытекающего из ядра: направление кольцевого движения то же самое, а тороидальное движение замыкается в противоположную сторону. Электрическая полярность присоединенного вихря будет восприниматься как имеющая противоположный протону знак.

Таким образом, протон может существовать в трех состояниях (рис. 17.15):

- как *собственно протон*, окруженный проходящими через его центр потоками эфира того же винтового знака, что и сам протон, которые воспринимаются как его электрическое и магнитное поля;
- как *нейтрон*, окруженный градиентным пограничным полем, препятствующим проникновению кольцевого движения во внешнюю среду, в резуль-

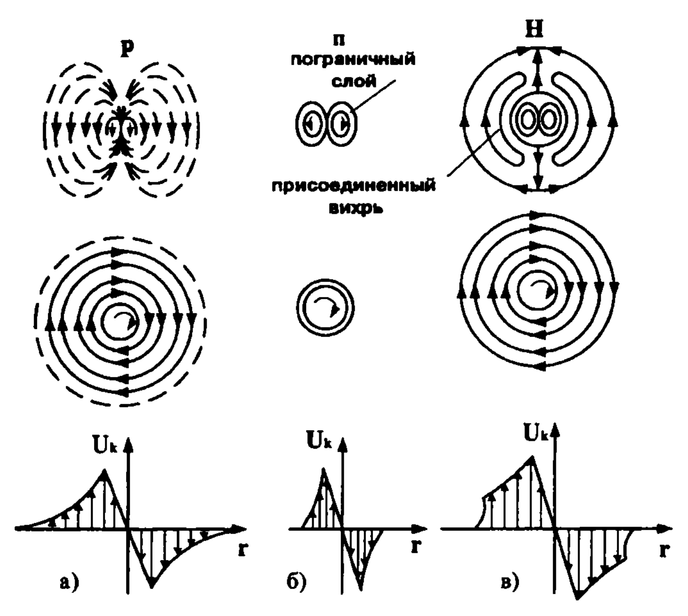


Рис. 17.15. Три состояния протона: а) как собственно протон; б) как нейтрон; в) как ионизированный атом водорода. В нижнем ряду приведены эпюры кольцевых скоростей потоков эфира.

тате чего он воспринимается как электрически нейтральная частица; магнитное поле (тороидальное движение эфира) при этом проникает во вне, так как эти потоки образуются в центральной части протона, где градиента скоростей нет и где вязкость поэтому велика;
- как ***атом водорода***, если окружающие его потоки замкнутся во внешнее пространство.

Те нуклоны в ядрах, вокруг которых не образовалось градиентного пограничного слоя, т.е. протоны, выдувают из себя закрученные потоки эфира, а с другого конца эфир втягивается. Это значит, что каждый протон является газовым дублетом – истоком и стоком винтовой струи эфира. Эти струи образуют петли во внешнем относительно ядра пространстве и за счет вязкости захватывают окружающий эфир, в результате чего у каждой такой петли появляется присоединенный вихрь эфира – электронная оболочка атома.

Таким образом, причиной появления у атомов «электронных оболочек» – присоединенных вихрей эфира – являются винтовые струи эфира, выдуваемые протонами. Эти струи могут быть различной интенсивности, поскольку в ядре некоторые протоны расположены последовательно, тогда интенсивность струй возрастает. При параллельных потоках число струй равно числу протонов, а интенсивность каждой струи растет за счет уменьшения их телесного угла. Появляется возможность относительно простого моделирования структур атомных оболочек. При этом может быть использован опыт, накопленный квантовой механикой.

Дело в том, что все квантовые соотношения выводятся из механики реального сжимаемого газа, каковым является эфир (исключая Принцип неопределенности Гейзенберга). Сюда относится и уравнение Шредингера, которое не представляет собой чего-то особенного, а является всего лишь уравнением движения совокупности материальных точек в силовом поле, выраженным не через амплитуды отклонений, а через полную и потенциальную энергии. Сюда же относится пропорциональность энергии частоте (для несжимаемой среды это соотношение не выполняется, но для сжимаемой выполняется точно). Сюда относятся и все законы сохранения и т.п. Само понятие волновой пси-функции, выражающей плотность колеблющихся материальных точек, может рассматриваться как поток среды, массовая плотность которой пропорциональна значению этой функции в данной точке пространства. На это обратили внимание Е.Маделунг в 1926 г. и А.Эдингтон в 1940 г.

Из изложенного вытекает простое правило построения присоединенных вихрей как «электронных оболочек атомов»: если известно значение пси-функции, то ее экстремумам соответствуют центры присоединенных вихрей, нулевым значениям – границы вихрей, а амплитуде – массовая плотность эфира в вихрях (рис.17.16). Последнее приближенно, конечно. Учитывая это, несложно построить структуру любого атома и молекулы. Если бы пси-функции были вычислены квантовой механикой для всех атомов и молекул, то можно было бы построить и все их эфиродинамические структуры. К сожалению, за все время существования квантовой механики рассчитаны пси-функции лишь для некоторых частных случаев. Можно надеяться, что эфиродинамическое моделирование структур атомов и молекул окажется плодотворнее.

Таким образом, получается вихревая модель атома, и на этой основе могут

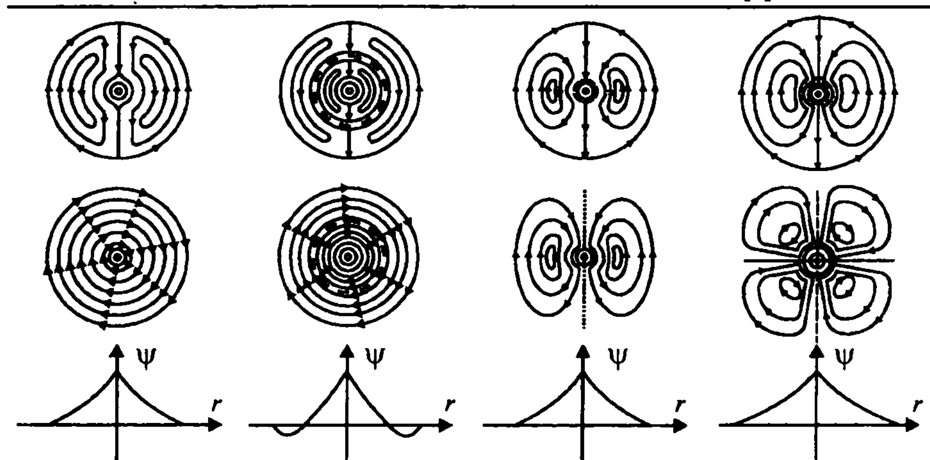


Рис. 17.16. Построение вихревой структуры атома водорода по значениям пси-функции.

быть построены модели электронных оболочек любых атомов и молекул, при этом все квантовые соотношения сохраняются и получают простую физическую интерпретацию.

Механизм химических реакций также получает простую интерпретацию.

Электронные оболочки двух атомов могут соединяться только одним их двух способов – либо прилипая друг к другу (рис. 17.17а), либо объединяясь в общую оболочку (рис. 17.17б).

В первом случае соединение двух винтовых поверхностей происходит вследствие наличия между ними градиента скоростей эфира и понижения вследствие этого давления эфира между ними. Сами присоединенные вихри сохраняются неизменными, лишь изменяя свою форму. Этот случай соответствует ионной связи.

Во втором случае происходит объединение присоединенных вихрей двух атомов в общий присоединенный вихрь, охватывающий оба атома. Внешние элект-

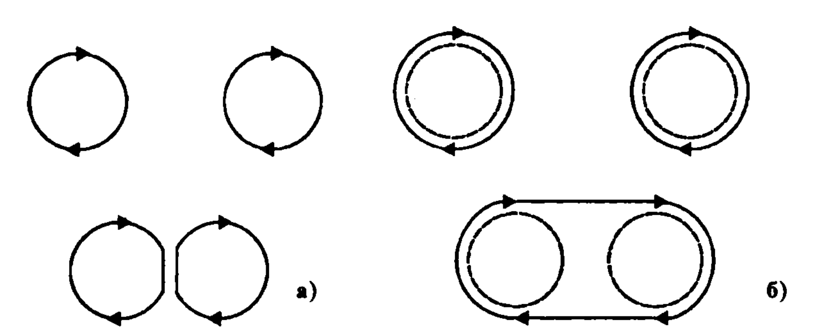


Рис. 17.17. Химические связи - соединение вихрей с образованием общего пограничного слоя, соответствует ионной связи (а) и с образованием общего присоединенного вихря, соответствует ковалентной связи (б).

ронные оболочки двух атомов объединяются в одну общую. Длина потоков эфира в общем присоединенном вихре меньше, чем сумма длин потоков в присоединенных вихрях двух отдельных атомов, поэтому часть завинтованного уплотненного эфира выбрасывается из молекулы. Рассмотренный случай соответствует ковалентной связи.

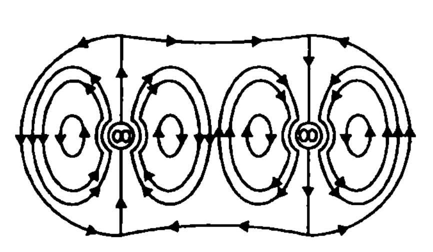


Рис. 17.18. Структура молекулы водорода Н2.

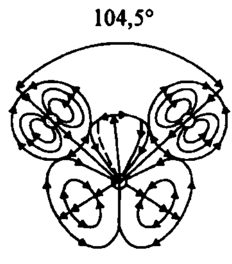


Рис. 17.19. Структура молекулы воды.

Соединение присоединенных вихрей атомов первым или вторым способами приводит к созданию молекул (рис. 17.17, 17.18).

В случае ковалентной связи длина линии тока эфира в общем присоединенном вихре оказывается меньше, чем сумма длин присоединенных вихрей атомов до их объединения. Излишний уплотненный и завинтованный эфир выбрасывается из молекулы. Если по соседству происходит реакция разъединения, то этот эфир будет поглощен. Подобные реакции идут во всех живых тканях, что проявляется в виде «свечения Кирлиан».

17.5.4. Межмолекулярные взаимодействия, ван-дер-ваальсова оболочка и аура первого рода

Природа сил, удерживающих в составе тел атомы и молекулы, длительное время была неясной. Но в 1873 г. голландский физик Ван-дер-Ваальс впервые учел наличие межмолекулярных взаимодействий при объяснении свойств реальных газов и жидкостей. Он предположил, что на малых расстояниях между молекулами действуют силы отталкивания, которые с увеличением расстояния сменяются силами притяжения. Природу этих сил Ван-дер-Ваальс не рассматривал, так же как и количественные зависимости. Однако само представление о существовании этих сил позволило ему вывести уравнение состояния для реального газа.

В дальнейшем межмолекулярные силы рассматривались применительно ко всем видам веществ.

В настоящее время считается, что межмолекулярные взаимодействия имеют электрическую природу и складываются из сил притяжения – ориентационных, индукционных и дисперсионных, а также сил отталкивания.

Ориентационные силы действуют между полярными молекулами, обладающими дипольными моментами.

Индукционные силы действуют между полярной и неполярной молекулами, причем полярная молекула создает электрическое поле, которое поляризует неполярную молекулу и тем самым инициирует у нее дипольный момент, что и создает взаимное притяжение молекул.

Дисперсионные силы возникают между неполярными молекулами в результате того, что нейтральные в среднем атомы не являются таковыми в конкретные моменты времени, что и создает мгновенные силы притяжения, в среднем не равные нулю.

Силы отталкивания действуют на очень малых расстояниях, когда приходят в соприкосновение заполненные электронные оболочки атомов, входящих в состав молекул.

Не ставя под сомнение полезность вышеуказанных представлений о природе межмолекулярных сил, следует тем не менее обратить внимание на их недостаточность, поскольку они носят в значительной степени предположительный и даже декларативный характер. В связи с этим целесообразно рассмотреть эфиродинамическую трактовку природы межмолекулярных сил.

Так же, как электронная оболочка является присоединенным вихрем к струям, вытекающим из протона, к электронной оболочке должен присоединиться следующий вихрь эфира, который образует следующую оболочку, и он может быть назван «оболочкой Ван-дер-Ваальса». Именно она, эта оболочка ответственна за межмолекулярные силы.

Направление тороидального движения в оболочке Ван-дер-Ваальса будет противоположно направлению тороидального движения в электронной оболочке, а кольцевое будет тем же, поэтому этот второй присоединенный вихрь может восприниматься как слабое магнитное поле и как очень слабое электрическое поле положительной полярности.

Оболочка Ван-дер-Ваальса для одиночной молекулы будет иметь размеры на три – пять порядков превышающие размер электронной оболочки и составлять уже 0,1–10 мкм, а в твердом теле, состоящем из многих молекул, и значительно большую величину, поскольку вторые присоединенные вихри многих молекул пересекаются, их телесные углы уменьшаются, следовательно, потоки будут вытягиваться.

Молекула, попавшая в оболочку Ван-дер-Ваальса другой молекулы, будет испытывать момент вращения и притяжение к создавшей эту оболочку молекуле, поскольку вблизи этой молекулы скорости потоков больше, чем вдали от нее, следовательно, градиент скоростей больше, а значит уменьшение давления эфира с этой стороны будет больше, и внешнее давление эфира прижмет молекулы друг к другу. Такой механизм является всеобщим.

Следует заметить также, что оболочка Ван-дер-Ваальса не является последней, так как к ней примыкает свободный эфир, в котором она будет стимулировать создание потоков, которые замкнутся в следующий – третий присоединенный вихрь, размеры которого будут исчисляться уже метрами, к третьему вихрю будет присоединен четвертый и так далее. Каждый последующий присоединенный вихрь будет иметь размер на несколько порядков больше предыдущего, но силы взаимодействия в нем будут соответственно убывать.

Все присоединенные вихри, начиная с третьего, т.е. присоединенный к

ван-дер-ваальсовой оболочке и все последующие следует именовать аурой первого рода. Аура первого рода присуща всем телам без исключения, несет в себе информацию о форме и природе тела и может явиться важным источником информации о нахождении в пространстве тех или иных тел, веществ или пород. Возможно, что в будущем удастся создать приборы, чувствительные к ауре и различающие ауры различных предметов и веществ на расстоянии.

17.5.5. Теплота и агрегатные состояния веществ

Представление о теплоте как о механической форме движения на молекулярном уровне никаких возражений не вызывает, но представления о формах такого движения целесообразно уточнить.

Как известно, температура газа есть мера энергии одной его молекулы, поэтому при одной и той же температуре средние тепловые скорости молекул разных газов будут различны: чем меньше масса молекулы, тем больше будет ее тепловая скорость. Здесь нет особых сомнений кроме, разве что, распределения энергий каждого конкретного газа по степеням свободы молекул и особенностям их вибраций относительно своего центра тяжести.

Однако положение меняется при рассмотрении жидкостей, твердых тел и переходов тел от одних агрегатных состояний к другим. Механизм этих состояний и переходов до настоящего времени изучен слабо, и это так потому, что все это касается межмолекулярных связей, сущность которых до сих пор физикой не выяснена. Эфиродинамические представления о структуре атомов и оболочек Ван-дер-Ваальса позволяют эту проблему также рассмотреть на основе механического моделирования процессов.

Из термодинамики известно, что температура твердых и жидких тел реализуется в виде колебаний молекул, однако вид этих колебаний не рассмотрен. Эфиродинамическое представление об электронной оболочке атома как об упругом присоединенном вихре позволяет утверждать, что колебания эти происходят не в виде колебаний центра тяжести относительно других молекул, а в виде сферических колебаний электронной оболочки при неподвижных в пространстве ядрах атомов, т.е. при неподвижных центрах тяжести. Такие колебания имеют аналог – колебания камертона, концы которого колеблются симметрично относительно центра масс, остающегося в пространстве

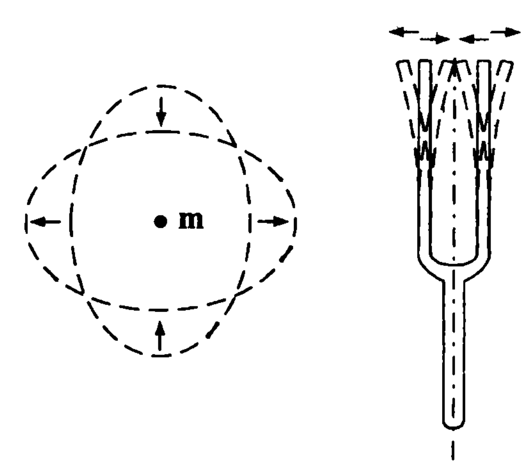


Рис. 17.20. Теплота: колебания упругой сферы электронной оболочки (а) и камертона (б).

неподвижным (рис. 17.20). Здесь температура окажется пропорциональной энергии сферических колебаний электронных оболочек, т.е. квадрату их амплитуды и модулю упругости. Поскольку у разных тел модули упругости различны, то при одной и той же температуре амплитуды волн на поверхности молекул и атомов будут разными.

Центр масс в обоих случаях остается в покое.

С этой точки зрения могут быть рассмотрены переходы тел из одного агрегатного состояния в другое.

Увеличение амплитуды колебаний на поверхности сферы электронной оболочки приведет к ослаблению связи между ней и потоками ван-дер-ваальсовой оболочки. Это сказывается на снижении прочности твердотельных образцов: с увеличением температуры их прочность на разрыв падает. У жидких тел при увеличении температуры снижается вязкость.

При достижении амплитуды волн в электронных оболочках определенной критической величины, силы связей ослабевают, твердое тело переходит в жидкое состояние, а жидкое – в пар. Однако при этом происходит перестройка структур, что требует подвода дополнительной энергии – теплоты плавления или теплоты парообразования соответственно.

С увеличением давления градиенты скоростей потоков эфира в оболочках Ван-дер-Ваальса возрастают, соответственно возрастают силы сцепления этих потоков с электронными оболочками, для ослабления связи теперь потребуется большая амплитуда волн на поверхности электронных оболочек, это значит, что температура плавления или кипения станут выше, что и имеет место.

Таким образом, эфиродинамические представления помогают более наглядно представить механизм термодинамических процессов, хотя выяснение всех их особенностей – дело будущего.

17.6. Эфиродинамические представления электричества и магнетизма

17.6.1. Дистанционное взаимодействие винтовых вихревых тороидов

Если два винтовых вихревых тороида находятся на расстоянии, во много раз большем, чем толщина пограничного слоя, то влиянием градиентных сил, связанных с этим слоем, можно пренебречь. Но остаются силы взаимодействия потоков эфира, создаваемых каждым винтовым вихревым тороидом, с другими подобными тороидами, омываемыми этими потоками эфира. Здесь необходимо различать два рода сил – создаваемых взаимодействием с потоками, имеющими тороидальное движение, и с потоками, имеющими кольцевое движение (рис.17.21).

При омывании винтового вихревого тороида тороидальным потоком эфира тороид начинает испытывать вращательный момент, приводящий к его ориента-

ции в пространстве таким образом, что по его периферии тороидальное движение оказывается антипараллельным омывающему потоку. Следовательно, направление потока эфира, выдуваемого из этого тора оказывается параллельным омывающему его потоку. Таким образом, тороидальный поток эфира, выдуваемый первым тороидом, создает для второго тороида ориентирующий момент и, таким образом, воспринимается как магнитное поле. Соответственно подобный же момент создает второй тороид первому тороиду, который также вынужден будет переориентироваться в пространстве. Отсюда видно, что при дистанционном взаимодействии тороидов тороидальные потоки эфира проявляются как магнитное поле.

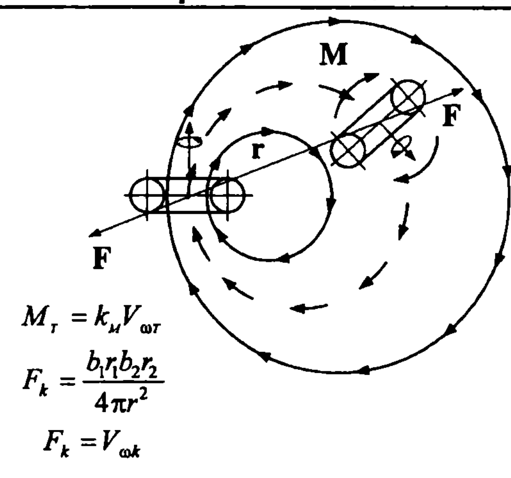


Рис. 17.21. Дистанционное взаимодействие винтовых тороидов.

После того как тороиды переориентировались в пространстве, они начинают испытывать взаимное притяжение или отталкивание благодаря наличию в пространстве потоков эфира, созданных кольцевым движением тороидов. Если ориентация кольцевого движения относительно тороидального у обоих тороидов одинакова (знак винтового движения эфира в теле тороида один и тот же), то градиент скоростей потоков между тороидами будет меньше, чем с противоположных сторон, давление в эфире между тороидами будет больше, тороиды будут отталкиваться, а если наоборот, то притягиваться. Таким образом, кольцевое движение эфира при взаимодействии винтовых тороидов воспринимается как электрическое поле.

Сопоставляя взаимодействие винтовых тороидов эфира с поведением заряженных частиц, можно сделать следующие выводы.

1. Поскольку ориентация частиц определяется тороидальным движением, то магнитное поле отождествляется с тороидальным движением эфира, создаваемым частицей. Магнитный момент частицы определяется произведением объема винтового тороида V на угловую скорость тороидального движения $\omega_т$:

$$M_м = k_м\, V\, \omega_т\ .$$

Механический момент воздействия одной частицы на другую составит:

$$M = (k_{м1} V_1 \omega_{т1} k_{м2} V_2 \omega_{т2})/R^3 = (k_м M_1 M_2)/R^3\ ,$$

где M_1 и M_2 – магнитные моменты частиц, R – расстояние между их центрами, что соответствует закону Био-Савара.

2. Поскольку факт притяжения или отталкивания определяется направлени-

ем кольцевого вращения относительно тороидального, то электрический заряд частицы следует отождествить с наличием кольцевого вращения, а полярность – с ориентацией кольцевого движения относительно тороидального. Величина заряда определяется произведением объема винтового тороида V на угловую скорость кольцевого движения $\omega_к$:

$$q = k_e V \omega_к;$$

Соответственно силы взаимодействия между двумя зарядами определятся как:

$$F = (k_{e1} V_1 \omega_{T1} k_{e2} V_2 \omega_{T2})/R^2 = (k_M q_1 q_2)/R^2 ,$$

что соответствует закону Кулона.

Таким образом, сопоставление поведения винтовых тороидов эфира с поведением заряженных частиц показывает, что магнитное поле частиц есть тороидальный поток эфира, электрическое – кольцевой поток, заряд – поверхностная циркуляция кольцевого движения эфира на частице, то есть произведение кольцевой скорости эфира на поверхности частицы и площади ее поверхности, полярность – ориентация кольцевого движения относительно тороидального, то есть знак винтового движения. Законы Био-Савара для магнитного поля и Кулона для электрического поля выполняются при этом точно.

Все электромагнитные явления имеют в своей основе указанные выше движения эфира и могут быть интерпретированы с этих позиций.

17.6.2. Структура свободного электрона

Один из присоединенных вихрей электронной оболочки атома, вырванный из атома и предоставленный сам себе, не может сохранить свою форму такой же, какая была у него в атоме. Поскольку в атоме в пограничных слоях между вихрями давление меньше, чем в свободном эфире, то и общее давление на каждый вихрь тоже меньше. Но после того как вихрь вырван из вихревой системы атома, давление на его поверхности возрастает, и вихрь сжимается.

Для свободного вихря должен сохраниться момент количества движения, что при сжатии приведет к самопроизвольному возрастанию угловой скорости вращения. Сжатие вихря и возрастание скорости вращения будет продолжаться до тех пор, пока плотность вихря не возрастет до некоторой критической величины.

Получившееся вихревое винтовое кольцо имеет размеры существенно меньшие, чем исходный вихрь, а плотность эфира, заключенного в нем, существенно выше, чем у исходного вихря. Соответственно возрастают скорость вращения и скорость движения газа по периферии.

Таким образом, свободный электрон будет представлять собой винтовое вихревое кольцо сжатого эфира. Поскольку ограничение сжатия вихря определяется некоторым критическим значением плотности, можно предположить, что плотности тел электрона и протона имеют один и тот же порядок величин 10^{17} – 10^{18} кг/м^3.

Учитывая, что масса электрона в 1836 раз меньше массы протона, можно полагать, что размеры свободного электроны примерно в 12 раз меньше, чем про-

тона, и если диаметр протона равен $1{,}5\cdot10^{-15}$ м, то диаметр свободного электрона будет равен порядка $1{,}2\cdot10^{-16}$м. Этот размер может изменяться в большую сторону в зависимости от внешних условий.

Если несколько подобных электронов – винтовых вихревых колец эфира – соберутся на поверхности тела, они составят некоторую структуру («поверхность Ферми»), располагаясь так, что винтовые потоки эфира, выходящие из одних электронов, войдут в другие электроны, расположенные антипараллельно, так что эфирные потоки будут замыкаться непосредственно у поверхности тела, которое тем самым окажется электрически нейтральным (рис. 17.22). При этом размеры электронов вновь увеличатся, поскольку давление эфира между ними снизится благодаря наличию градиента скоростей эфирных потоков между электронами.

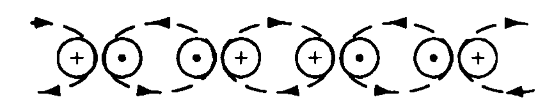


Рис. 17.22. Образование электронной «поверхности Ферми» на поверхности металлов.

17.6.3. Электрическое поле

Каждое винтовое кольцо – электрон – создает в окружающем пространстве винтовое поле эфира, но если на одной поверхности собралось несколько параллельно расположенных колец, то винтовые поля сожмутся и создадут вокруг тела поле линейных винтовых вихрей – трубки Фарадея (рис. 17.23). Это и есть электрическое поле.

Если свободный электрон попадет в электрическое поле, то он развернется параллельно этому полю и кольцевое движение эфира в трубке совпадет с его собственным кольцевым движением по направлению. Градиент кольцевой скорости со стороны вихреобразующего тела окажется меньше, а давление больше, чем с противоположной стороны, разность давлений заставит электрон ускоряться.

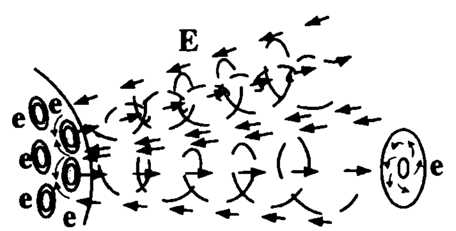


Рис. 17.23. Структура электрического поля.

Таким образом, воздействие электрического поля на свободный электрон приобретает простой механический смысл.

Электроны, смещенные на один из концов проводника, далее не могут двигаться, поскольку для дальнейшего продвижения они должны преодолеть силу сцепления с веществом проводника. Это преодоление требует затрат определенной энергии (работы выхода). Но само электрическое поле может распространяться и далее в виде тех же фарадеевых вихревых трубок, создаваемых теперь уже накопленными зарядами. Это электрическое поле получило название электрического смещения.

Если на конце проводников цепи с обоих концов располагаются параллельные металлические пластинки, то для размещения электронов оказывается больше площади, и они смогут накапливаться в большем количестве. На противоположной пластине окажется недостаток электронов, там это будет восприниматься как накопление заряда положительного знака. Заряды противоположного знака, накапливающиеся на пластинах, будут притягивать друг друга, эта сила притяжения будет тем больше, чем меньше расстояние между пластинами. Поэтому электрическая емкость двух пластин, расположенных параллельно друг другу будет тем больше, чем больше их площадь, и тем меньше, чем больше расстояние между пластинами. Такое устройство получило название конденсатора (накопителя) электрической энергии.

Если между пластинами помещен изолятор, то сила притяжения зарядов увеличивается за счет поляризации самого диэлектрика, что эквивалентно уменьшению расстояния между пластинами. Эта способность увеличивать силу взаимодействия зарядов названа относительной диэлектрической проницаемостью изолятора. В целом электрическая емкость конденсатора определяется формулой:

$$C = \varepsilon\varepsilon_0 S/d$$

Величина накопленного на конденсаторе заряда будет тем больше, чем больше разность потенциалов U на пластинах конденсатора:

$$Q = CU.$$

Эта разность потенциалов необходима для накопления заряда, но после разрыва цепи накопленный заряд сам сохраняет эту же разность потенциалов. Замыкание цепи вызовет обратный ток до полного стекания накопленного заряда.

На основании изложенного может быть рассмотрено излучение энергии диполем с сосредоточенными параметрами.

Как известно, по Максвеллу, диполь с сосредоточенными параметрами не должен ничего излучать вдоль своей оси. На самом деле соответствующим подбором параметров диполя, используя запаздывание волн в среде, можно добиться того, что основная энергия будет излучаться именно вдоль оси диполя, хотя в поперечном направлении незначительная доля мощности также будет излучаться. Схема продольного излучения показана на рис. 17.24.

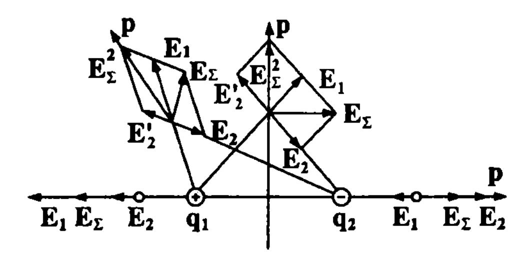


Рис. 17.24. Излучение энергии диполем с сосредоточенными параметрами.

17.6.4. Электрический ток

В настоящее время принято считать, что электрическим током является перемещение в проводнике электрических зарядов. Это верно лишь частично, потому что смещение всей массы электронов вдоль проводника мало и не может являться причиной создания магнитного поля вокруг проводника.

При температуре +20°C тепловая скорость свободных электронов в металле составляет 115 км/с, в проводе сечением в 1 кв. мм в сечении одновременно находится 10^8 электронов, располагающихся на расстоянии в 10^{-10} м друг от друга, т.е. в таком сечении находится заряд в $1,6\cdot10^{-3}$ К, и для создания тока в 1 ампер нужно, чтобы скорость электронного потока составляла 6,5 м/с.

Если сечение проводника больше, то скорость электронного потока может быть пропорционально меньше. Если бы такая скорость электронов являлась причиной магнитного поля, то перемещение любого куска металла в пространстве вызывало бы громадные магнитные поля вокруг него, а этого нет. Следовательно, не отрицая того, что при электрическом токе происходит смещение зарядов, приходится констатировать, что общая картина остается неполной.

Положение меняется, если учесть, что при появлении электрического напряжения в сети электроны в проводе не только смещаются, но, прежде всего, поворачиваются параллельно направлению электрического поля.

Каждый электрон создает вокруг себя винтовые потоки эфира. При хаотическом тепловом движении электронов внутри проводника потоки эфира, создаваемые электронами в пространстве, также располагаются хаотично, и при большом числе электронов влияние этих потоков во внешнем пространстве никак не проявляется. Однако при появлении в проводнике электрической напряженности все электроны частично разворачиваются вдоль поля и приобретают общее направление. Для создания эффекта внешнего магнитного поля от тока величиной 1 ампер, достаточно, чтобы все имеющиеся в проводнике электроны повернулись в среднем всего лишь на 0,01 угловую секунды. Тогда их кольцевые потоки создадут во внешнем по отношению к проводнику пространству градиентные потоки эфира, воспринимаемые как внешнее магнитное поле.

Интересно отметить, что здесь роль магнитного поля выполняют уже не тороидальные, а кольцевые потоки, создаваемые свободными электронами в пространстве.

17.6.5. Магнитное поле

При протекании тока по проводнику происходит некоторое упорядочение ориентации электронов в проводнике, они ориентируются электрическим полем, вектора их тороидального движения частично ориентируются вдоль поля. Поскольку свободные электроны в металле составляют подобие газа («электронный газ»), то они находятся в непрерывном хаотическом движении, соударяясь с поверхностями молекул и друг с другом. После каждого такого соударения

электроны теряют ориентацию, но электрическое поле ее восстанавливает вновь.

Если токи одинакового направления текут в двух соседних проводниках, то в них упорядоченная ориентация электронов будет иметь одинаковое направление. Кольцевые потоки эфира, созданные сориентированными электронами одного проводника, будут взаимодействовать с сориентированными в том же направлении электронами второго проводника (рис. 17.25а). Из рисунка видно, что градиент скоростей потоков эфира будет больше между проводниками, чем с их внешней стороны, и электроны обоих проводников приобретут дополнительный импульс в направлении друг к другу. Этот импульс они передадут молекулам проводника, которые начнут притягиваться друг к другу.

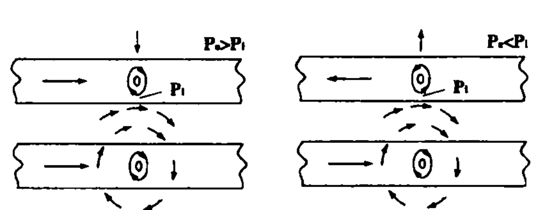


Рис. 17.25. Взаимодействие проводников с током: а) при одинаковом направлении токов; б) при противоположных направлениях токов.

При противоположном направлении тока (рис. 17.25б) градиент скоростей потоков эфира между проводниками будет меньше, а давление больше, чем с противоположных сторон. Проводники будут отталкиваться друг от друга.

Аналогичное взаимодействие имеет место при взаимодействии проводника с током и магнитного поля постоянного магнита. Постоянный магнит благодаря упорядоченной ориентации групп молекул металла создает вокруг себя магнитное поле – упорядоченные вихревые потоки эфира. При протекании тока по проводнику, помещенном в магнитное поле, электроны в проводнике упорядочивают свою ориентацию и испытывают дополнительную силу со стороны магнитного поля, благодаря чему они приобретают ускорение и дополнительный импульс в направлении, перпендикулярном направлению поля и самого проводника. Этот импульс они передают молекулам проводника, который в целом испытывает силу в том же направлении. На этом принципе устроены все электродвигатели.

Наоборот, если проводник движется перпендикулярно направлению магнитного поля, то в нем возникает электродвижущая сила, поскольку нарушается равновесие сил давления эфира на поверхности электрона, и электроны начинают смещаться в направлении, перпендикулярном направлениям магнитного поля и движения проводника (сила Лоренца). Эдс же оказывается направленной вдоль проводника. На этом принципе устроены все генераторы напряжения.

Каждый электрон обладает моментом инерции, поэтому его переориентация требует времени, а это время ограничено временем пробега между столкновениями. Поэтому электрическое поле не успевает полностью развернуть электрон, но успевает придать всей совокупности электронов некоторую ориентацию, что приводит к упорядочению ориентации потоков эфира вокруг них.

Потоки эфира, окружающие каждый электрон, деформируются из-за наличия подобных же потоков соседних электронов. А поскольку интенсивность

каждого потока определяется циркуляцией тороидального и кольцевого вращений электрона и они остаются неизменными, уменьшение телесного угла для общего потока приводит к тому, что сам этот поток вытягивается в свободное от электронов пространство, окружающее проводник. Этот поток и воспринимается как магнитное поле, создаваемое электрическим током. Таким образом, причиной появления магнитного поля является не смещение зарядов, а их совместная ориентация.

При токе в 1 А скорость эфирного потока на поверхности проводника составит порядка 10^7 м/с, а далее скорость потоков будет убывать по мере удаления от проводника.

В результате их общей ориентации телесный угол, занимаемый присоединенными потоками эфира у каждого электрона, уменьшается, и давление их друг на друга возрастает. Присоединенные эфирные потоки уподобляются сжатой пружине, запасшей потенциальную энергию и стремящейся отодвинуть электроны друг от друга. При этом приращение давления будет пропорционально величине тока, проходящего по проводнику.

Если электрическое поле, удерживающее электроны в упорядоченной ориентации, исчезнет, то энергия упругой деформации потоков эфира начнет возвращаться электронам, и ток будет поддерживаться. Внешне это будет проявляться как эффект возврата магнитного поля в проводник и поддержание им электрического тока. В этом и заключается механизм самоиндукции.

Упорядоченность ориентации электронов поддерживается внешним электрическим полем, иначе электроны, находясь в состоянии теплового движения внутри проводника и непрерывно соударяясь с молекулами, теряют свою ориентацию. На это требуется энергия. Каждый электрон испытывает упругое сопротивление повороту со стороны создаваемого им потока эфира в окружающей среде, поскольку поле электронов, находящихся в упорядоченном состоянии, сжато, и удержание их в этом состоянии возможно, если продолжает действовать сила со стороны электрического поля.

Для соленоида давление электронов друг на друга будет пропорциональным числу ампервитков in, приходящихся на единицу его длины l_c:

$$p = in/l_c.$$

Работа, совершаемая при сжатии присоединенных потоков эфира определяется так же, как и работа, совершаемая при сжатии обычной пружины. Если для обычной пружины сила сжатия пропорциональна деформации, т.е:

$$F = kx;$$

где k – коэффициент пропорциональности, x – сжатие, а совершенная работа определится выражением:

$$W_c = \int_0^{x_0} F dx = \frac{kx_0^2}{2} = \frac{F_0^2}{2k},$$

где F_0 – сила сжатия пружины, то для сжатых эфирных потоков будем иметь на единицу длины соленоида

$$p = iw/l_c$$

и

$$W = k'\frac{p^2}{2} = \frac{k'}{2}\left(\frac{in}{l_c}\right)^2.$$

При наличии железа в дросселе общая запасенная энергия магнитного поля будет пропорциональна объему железа:

$$W = \frac{\mu\mu_0}{2}V\left(\frac{in}{l_ж}\right)^2$$

Поскольку объем железа дросселя составляет $V = Sl_ж$, где S – сечение сердечника, $l_ж$ – длина магнитной силовой линии в железном сердечнике, то получим:

$$W = \frac{\mu\mu_0}{2}Sl_ж\left(\frac{in}{l_ж}\right)^2,$$

где m – относительная магнитная проницаемость железа.

После сокращения будем иметь:

$$W = \frac{\mu\mu_0}{2}S\frac{(in)^2}{l_ж} = \mu\mu_0\frac{Sn^2i^2}{2l_ж} = L\frac{i^2}{2},$$

где

$$L = \mu\mu_0\frac{Sn^2}{l_ж} = \frac{n^2}{R_м},\ R_м = \frac{l_ж}{\mu\mu_0 S}.$$

Здесь $R_м$ – магнитное сопротивление сердечника.

Таким образом, получена обычная формула для индуктивности катушки с железным сердечником.

Из изложенного видно, что роль железного сердечника в индуктивности сводится к тому, что в нем запасается реактивная энергия магнитного поля. Но для того чтобы эту энергию в нем создать, необходимо совершить работу по повороту доменов железного сердечника и для этого преодолеть упругое сопротивление их связей. Эта работа производится путем повышения давления в пространстве между проводником и железом. Само это давление создается электрическим током, текущим по проводнику. Поэтому общая запасенная энергия пропорциональна квадрату величины тока.

17.6.6. Уравнения электромагнитного поля

С учетом изложенного ***уравнения электромагнитного поля*** приобретают вид:

1. $\mathrm{rot}\,\mathbf{E}_i = \delta_м = -\mu\mu_0\partial(\Sigma\mathbf{H}_i)/\partial t$; $\mathbf{H}_i = f(i_i, r_i)$;

2. $\mathrm{rot}\,\mathbf{H}_i = \delta_e = (\sigma + \varepsilon\varepsilon_0\partial/\partial t)(\mathbf{E}_\varphi - \Sigma\mathbf{E}_i)$;

3. $\mathrm{div}\,\mathbf{D} + \partial\mathbf{D}/\partial tc = \rho$;

4. $\mathrm{div}\,\mathbf{B} = 0$;

5. $\mathrm{div}\,\mathrm{grad}\,\mathbf{D} = 0$;

6. $\mathrm{div}\,\mathrm{grad}\,\mathbf{B} + \partial(\mathrm{grad}\mathbf{B})/\partial tc = 0$;

7. $\mathrm{div}\,\delta_e + \partial\delta_e/\partial tc = 0$.

Здесь $\mathbf{E}_i$, $\mathbf{E}_\phi$ – электрические напряженности внутри и снаружи контура; $\mathbf{H}_i$ – магнитная напряженность от каждого элемента контура, несущего ток i_i и находящегося на расстоянии r_i от рассматриваемой точки; δ_e – плотность электрического тока; $\delta_м$ – плотность магнитного тока; **D** и **B** – электрическая и магнитная индукции, c – скорость света.

Деление на вектор скорости света допустимо, т.к. в числителе находится соответствующий компланарный вектор.

Интегральные выражения приобретут вид:

1. $e = \oint E(t - r/c)dl = -dF_м(t)/dt$;

2. $e_м = \oint H(t - r/c)dl = i(t) = dq(t)/dt$;

3. $\Phi_e = \oint D(t - r/c)dS = q(t)$;

4. $\Phi_м = \oint BdS = 0$.

Здесь e и $e_м$ – электрическая и магнитная разность потенциалов; Φ_e и $\Phi_м$ – электрический и магнитный потоки; i – электрический ток в проводнике; q – заряд.

Первое выражение – закон Фарадея электромагнитной индукции и второе – закон полного тока отличаются от обычных наличием в них запаздывания.

Приведенные выше уравнения электромагнитного поля частным решением имеют уравнения Максвелла, справедливые для электромагнитного волнового фронта, однако в ряде случаев позволяют решить некоторые задачи, которые нельзя решить на основе максвелловских уравнений, например, задачу об излучения диполя с сосредоточенными параметрами в полупроводящей среде. При выпол-

нении ряда условий в таком диполе основная доля энергии будет распространяться не в поперечном относительно векторов Е и Н направлении, а в направлении вектора Е и перпендикулярно вектору Н. Это продольное распространение электромагнитного поля практически еще не изучено, хотя и подтверждено экспериментально.

Необходимо отметить, что указанным выше вовсе не заканчивается уточнение уравнений электромагнитного поля. Этот процесс должен продолжаться все то время, пока будет возникать нужда во все более полном решении прикладных задач.

17.6.7. Перспективы развития теории электромагнетизма

В настоящее время известен ряд попыток продолжить исследования в области электродинамики.

Рядом исследователей проведена серия экспериментов, имеющих целью разобраться с так называемыми парадоксами электромагнетизма. Эти исследования проведены Р.Сигаловым и его группой (Ташкент) в части исследований движения П-образных проводников и разного рода униполярных эффектов; Г.Николаевым (Томск) в части исследований взаимодействия взаимно перпендикулярных проводников и исследования сил, действующих в продольном относительно проводников направлении; А.Солуниным и А.Костиным (Москва) по части исследования влияния векторного потенциала на скорость электронного пучка в вакуумной трубке; А.Родиным (Москва) в части исследований униполярных эффектов. Ряд опытов проделана П.Грано, В.Околотиным, Д.Румянцевым, Б.Окуловым, В.Фефеловым и некоторыми другими. Необходимо также отметить, что многие исследования в области электромагнетизма, выполненные еще в XIX и начале XX вв., не осознаны до сих пор, например, опыты знаменитого сербского исследователя Н.Тесла. Все это требует анализа и обобщения.

Имеются и многочисленные попытки продолжить развитие теории электромагнетизма.

Значительная работа в направлении нетрадиционных теоретических исследований проделана Г.В.Николаевым (Томск), полагающего, что наряду с поперечным существует продольное распространение магнитного поля, И.И.Смульским (Новосибирск), С.Мариновым (г.Грац, Болгария), а также рядом других. К сожалению, большинство из них ограничивается чисто математическими изысканиями, забывая при этом, что математика всего лишь описывает физическую модель явления и, если модель не отражает собой сути явления, то и описание будет некорректным.

В работе [17.1] в главе 7 «Электромагнитные явления» сделана попытка осознания физической сущности электромагнетизма и уточнения математических зависимостей на основе уточненных физических моделей электромагнитных явлений. На этом пути выявилась возможность существенно дополнить уравнения электромагнитного поля, получив, таким образом, второе приближение к реальной картине электромагнитных явлений (рис 17.23 а и б). При этом в некоторой степени удалось преодолеть указанные выше недостатки уравнений Максвелла. Уда-

лось, например, теоретически предсказать и экспериментально подтвердить существование продольных электромагнитных волн, в которых направление распространения волны совпадает с направлением вектора напряженности электрического поля (рис. 17.24).

Теоретически предсказаны и экспериментально получены существенно отличающиеся от максвелловских зависимости взаимоиндукции больших контуров, отклонения от закона полного тока, что выявило факт сжимаемости магнитного поля, предсказаны и экспериментально получены и некоторые другие результаты, свидетельствующие о целесообразных подобных попыток.

Не следует однако забывать, что всякое описание как модельное, так и математическое есть всего лишь приближение к реальной физической картине, и попытки уточнения модельных представлений физических явлений и уточнение на этой основе физических законов должно быть обычным рабочим делом, ибо иначе наука перестает быть наукой. Экспериментальные и теоретические изыскания в области электромагнетизма должны быть продолжены, и нет сомнения, что на этом пути будут сделаны немаловажные открытия.

17.7. Эфиродинамические представления о природе света

В процессе проведенных различными авторами исследований были выяснены основные свойства света и его элементарной составляющей – фотона. Свойства эти таковы.

1. Наименьший элемент света – фотон несет в себе энергию, которая согласно закону Планка пропорциональна частоте:

$$E = h\nu,$$

где h = 6,62·10^{-34}Дж.с – постоянная Планка; ν – частота.

2. Свет, излученный атомом, поляризован. Свет не поляризован в обычном луче (круговая поляризация), поскольку различные атомы излучают свет в различные моменты времени и отдельные порции света излучаются независимо друг от друга.

3. Фотон не имеет электрического заряда.

4. Фотон может обладать одним из двух значений спина: либо +1, либо -1.

5. Свет обладает давлением, следовательно, фотоны обладают массой.

6. Фотоны локализованы в пространстве, распространяются в вакууме прямолинейно и обладают постоянной скоростью, что делает их подобными потоку частиц.

7. Свет обладает свойствами интерференции и дифракции, что позволило предположить, что фотоны это волны.

Все ранее разработанные различными авторами модели фотона не удовлетворяют по совокупности перечисленным признакам, созданные же теории ограничиваются непротиворечивым описанием свойств фотона и света в целом, но не вскрывают структуру фотона и не объясняют, почему свет обладает именно такими свойствами.

Все указанные выше свойства света легко объяснить, если представить фотон в виде структуры, составленной из линейных винтовых расходящихся вихрей эфира, расположенных относительно друг друга в шахматном порядке (рис. 17.26). Такое образование имеет в гидромеханике аналог, так называемую вихревую дорожку Кармана (рис. 17.27). В данной структуре вихри одного ряда вращаются в одном направлении, вихри второго ряда – в противоположном. Образование фотона можно представить как результат колебаний в эфире электронной оболочки возбужденного атома.

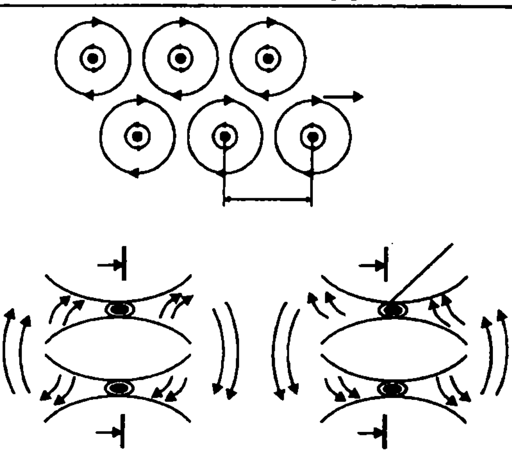


Рис. 17.26. Структура фотона: продольное сечение фотона (а), поперечное сечение при спине –1 (б) и поперечное сечение при спине +1 (в).

Каждый линейный вихрь тела фотона имеет массу, в этом смысле фотон – частица. Но расстояние между центрами вихрей одного ряда соответствует длине волны фотона, и в этом смысле фотон – волна. Неуплотненные газовые вихри способны суммироваться и вычитаться как волны, и это может быть одно из объяснений явления интерференции. Вихри фотона линейны, и это объясняет явление поляризации. Потоки эфира, образующие фотон, замыкаются между вихрями, не распространяясь на сколько-нибудь заметное расстояние, и это объясняет электрическую и магнитную нейтральность фотона.

В настоящее время известно, что в формировании каждого фотона принимает участие одновременно множество атомов. Поэтому каждый фотон представляет собой систему, состоящую из миллионов вихрей, сечение же его представляет подобие квадрату с размером стороны порядка двух длин волн. Это значит, что фотон представляет собой тонкую иглу длиной в несколько метров, и его энергетика – это не энергетика одного вихорька, а энергетика всех вихрей. При малом лобовом сечении это позволит фотону в полупроводящих средах проникать гораздо дальше, чем если бы он был ограничен только своим передним фронтом, как это подразумевается электромагнитной теорией.

Так же как и обычное вихревое кольцо, такая система будет перемещаться в пространстве прямолинейно, так же как и обычное вихревое газовое кольцо, фотон будет постепенно терять свою энергию, что приведет к увеличению диаметра каждого вихря и соответственно длины волны фотона. Это проявляется в виде «Красного смещения» – смеще-

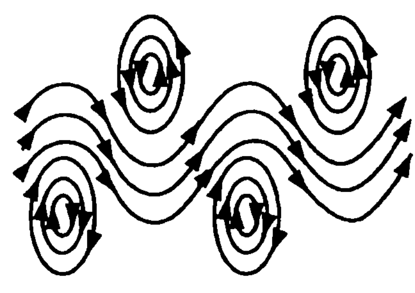


Рис. 17.27. Дорожка Кармана - ближайшая аналогия фотона.

ния спектров далеких галактик в сторону увеличения длины волны, что соответствует закону Хаббла:

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = H\frac{r}{c},$$

где λ_0 – длина волны источника света, λ – длина волны света, принятого наблюдателем, r – расстояние от источника света до наблюдателя, c – скорость света, $H = 3 \cdot 10^{-18}$ с$^{-1}$ – постоянная Хаббла ($T = 1/H = 3{,}3 \cdot 10^{17}$ с $= 10^{10}$ лет).

Поскольку энергия фотона определяется законом Планка:

$$E = h\nu,$$

и учитывая, что

$$\lambda = c/\nu,$$

интегрируя, получим;

$$E = E_0 e^{-Ht/c} = E_0 e^{-t \cdot 10^{-10}} = E_0 e^{-r \cdot 10^{-26}},$$

где t – измеряется в годах, а r – в метрах.

Таким образом, получается естественный экспоненциальный закон убывания энергии фотона со временем. По прошествии 10–20 млрд. лет фотон должен потерять устойчивость и развалиться на части, что воспринимается как так называемое «реликтовое излучение» космоса.

Из изложенного также следует, что от очень далеких галактик фотоны до нас не долетают, что означает не ограниченность Вселенной, а ограниченность оптического метода наблюдений.

На этой же основе могут быть объяснены все известные оптические явления (см. «Общая эфиродинамика», гл. «Свет»).

Объяснение явления преломления света в средах практически не отличается от обычного, но получает более наглядное представление. Струи эфира, образующие вихри фотона, попадая в оптически более плотную среду, вынуждены проходить более извилистый путь в оболочках Ван-дер-Ваальса между молекулами. Скорость фотона в целом замедляется, остальное описывается обычным образом.

Явление отражения связано с тем, что струи фотона отражаются от поверхности металла по закону упругого удара. При этом ряды вихрей фотона меняются местами, и это должно приводить к изменению знака спина фотона на противоположный при каждом отражении (рис. 17.28).

Явление интерференции может быть объяснено на основе векторного суммирования интенсивности вихрей, так же, как это объясняет волновая теория света.

Явление дифракции может быть объяснено, если учесть понижение давления эфира в области между фотоном и непрозрачным телом за счет высокого градиента скоростей.

При сходе с тела фотон одной стороной на краю тела находится в области пониженного давления эфира и вынужден отклониться в сторону геометрической тени

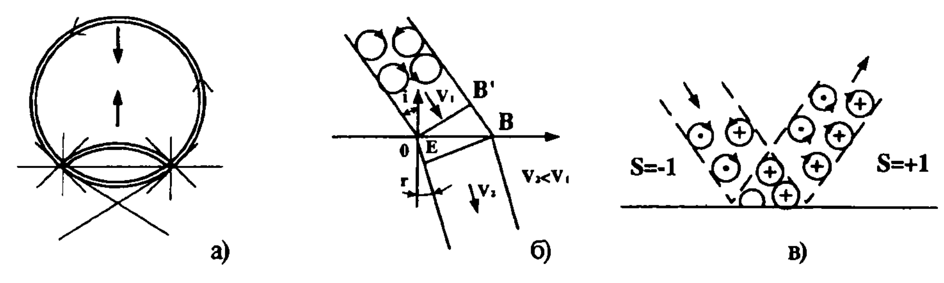


Рис. 17.28. Отражение и преломление света: отражение элементарного вихря от металлической поверхности (а); преломление фотона на границе сред (б); изменение знака спина фотона при отражении от зеркала.

(рис. 17.29).

Таким образом, известные оптические явления на основе эфиродинамических представлений получают простую механическую трактовку.

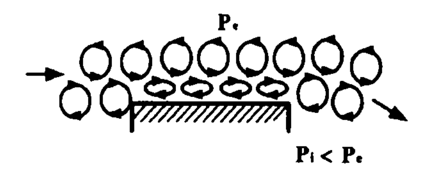


Рис. 17.29. Механизм дифракции света.

17.8. Эфиродинамический механизм гравитации

Как известно, гравитационные взаимодействия присущи любым телам, обладающим массой, и, следовательно, этот вид взаимодействия носит наиболее общий характер, сопровождая любые другие явления и взаимодействия. Являясь самым распространенным видом взаимодействия тел, гравитационные взаимодействия должны иметь в качестве основы не менее общий вид движения эфира. Таким наиболее общим видом движения эфира является диффузионное движение молекул эфира – амеров.

Именно диффузионное движение сопровождает все другие движения и состояния газовой среды, каковой является эфир. При этом диффузионное движение существует и при отсутствии других видов движения – поступательного, вращательного или колебательного. Логично предположить, что наиболее распространенное движение эфира – диффузионное и является основой наиболее распространенного вида взаимодействия – гравитационного.

Диффузионное движение есть взаимодействие большого числа частиц газоподобной среды путем их упругих соударений, оно может иметь место лишь для большого числа этих частиц и не имеет смысла для отдельной частицы.

Следовательно, гравитация как проявление диффузионного движения возможна лишь при наличии совокупности взаимодействующих амеров. Это обстоятельство не было понято некоторыми исследователями творчества Демокрита, в частности, Александром Афродийским и всеми последующими, вплоть до совре-

менных, которые критиковали Демокрита за утверждение того, что атом (совокупность амеров) имеет тяжесть, а амер – часть атома – тяжести не имеет.

Поскольку гравитационное взаимодействие связано с веществом, рассмотрение его природы, как и других видов взаимодействия, целесообразно начать с рассмотрения взаимодействия вещества и эфира на основе диффузионного движения. На поверхности всех нуклонов и присоединенных к ним вихрей температура понижена вследствие наличия градиентных потоков, как это следует из обычной газовой динамики, поэтому температура эфира в окрестностях любого вихря тоже будет понижена. Поэтому в окрестностях любой группы вихрей, образующей всякое физическое тело, будет иметь место понижение температуры, и это снижение температуры будет тем больше, чем больше будет вихрей, т.е. чем больше будет масса тела.

Температура эфира будет нарастать с увеличением расстояния от тела, таким образом, в окружающем пространстве будет иметь место градиент температур, а соответственно и градиент давлений. При этом другое тело, попавшее в этот градиент эфира, будет испытывать давление эфира со стороны первого тела меньшее, чем со стороны свободного пространства, и разность давлений будет восприниматься как гравитационное притяжение со стороны первого тела, создавшего градиент температур. Точно так же и первое тело будет испытывать притяжение со стороны второго тела (рис. 17.30).

Решение уравнения теплопроводности позволило впервые вывести закон притяжения масс, который Ньютон выводил не из физических соображений, а определил путем аппроксимации закона поведения планет Солнечной системы, найденного Кеплером. Теперь этот закон приобрел вид:

$$F(t - R/c_r) = -G\frac{M_1 M_2}{[R(t)]^2}\cdot\Phi(R,\ t),$$

где M_1 и M_2 – массы взаимодействующих тел, R – расстояние между их центрами, t – время, а $\Phi(R, t)$ – некоторая функция, имеющая вид гауссовского интеграла. Эта функция равна единице при относительно малых расстояниях и имеет резко убывающий характер на больших расстояниях.

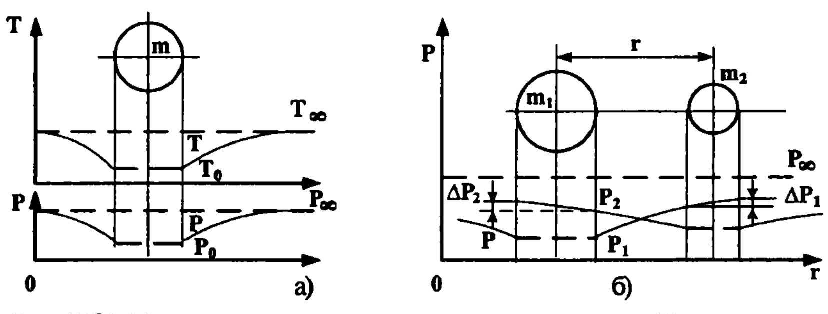


Рис. 17.30. Механизм гравитационного взаимодействия тел. Изменение температуры и давления эфира вблизи гравитационной массы (а) и гравитационное взаимодействие двух масс (б).

Полученное выражение отличается от известного закона Ньютона двумя особенностями: во-первых, наличием в правой части затухающей функции Ф(*R*, *t*), а во-вторых, наличием запаздывания, связанного с конечностью скорости распространения гравитационного взаимодействия.

Первого вполне достаточно для разрешения известного парадокса Зелигера, поскольку на больших расстояниях силы убывают значительно быстрее, чем квадрат расстояния, а убывание потенциала происходит существенно быстрее самого рассеяния от гравитационной массы. Из приведенного выражения видно, что на относительно малых расстояниях получается закон притяжения Ньютона практически без искажений, на больших же расстояниях этот закон существенно нарушается.

Можно полагать, что расстояния порядка десятков астрономических единиц лежат в пределах действия закона Ньютона, и только на больших расстояниях могут наблюдаться отклонения. Эти отклонения должны сказаться при определении параметров планеты Плутон, наиболее удаленной от Солнца, в определении значений масс планет, а также в расчетах вытянутых орбит комет.

Второго достаточно для исключения представлений о «действии на расстоянии», т.к. оно означает конечность значения скорости распространения гравитации.

Скорость распространения гравитации равна скорости распространения малого приращения давления, т.е. скорости первого звука в эфире (скорость света – это скорость второго звука в эфире) и составляет $5,3.10^{21}$ м/с, т.е. она на 13 порядков превышает скорость света. Следует напомнить, что еще П.С.Лаплас утверждал на основании анализа вековых ускорений Луны, что скорость распространения гравитации не менее чем в 50 миллионов раз превышает скорость света. Высокая скорость распространения гравитационного взаимодействия подтверждена всем опытом небесной механики, поскольку она оперирует только статическими формулами, вообще не учитывающими запаздывание гравитационных потенциалов, т.е. она молчаливо предполагает, что скорость распространения гравитационного взаимодействия бесконечно велика.

Следует заметить, что скорость распространения гравитации не может быть постоянной. Эта скорость зависит от температуры эфира и, следовательно, вблизи гравитирующих тел, где температура эфира ниже, будет также ниже и скорость гравитационного взаимодействия.

Из изложенного вытекают некоторые следствия.

Первым следствием является констатация того, что эфиродинамический подход позволил выяснить, наконец, механизм гравитационных взаимодействий, не прибегая к «действию на расстоянии». Взаимодействие тел обеспечивается передачей импульсов амерами друг другу, поэтому скорость распространения гравитации определяется скоростью передачи в пространстве малого приращения давления эфира, т.е. скоростью первого звука. Эта скорость, хотя и конечна, но столь велика, что в пределах многих сотен астрономических единиц для большинства задач гравитационное взаимодействие тел может рассматриваться как квазистатическое.

Вторым следствием является то, что звезды, находящиеся на расстояниях, исчисляемых световыми годами, не испытывают гравитационного притяжения друг к другу.

Третьим следствием является то, что гравитационных волн, как таковых, вероятнее всего, не существует: на протяжении многих десятков, а возможно, и сотен а.е. гравитационное поле практически статично, а на большие расстояния оно не распространяется и затухает значительно быстрее, чем квадрат расстояния.

Четвертым следствием является то, что сам эфир, находясь в поле градиента давлений, будет смещаться в сторону гравитационных масс и поглощаться ими, за счет чего все небесные тела будут наращивать свою массу, увеличивать объем и замедлять скорость осевого вращения, поскольку момент количества движения у них остается неизменным.

Как уже было показано, под действием градиента давления эфира, сам эфир стремится к массе и поглощается ею, за счет чего все массы всех тел непрерывно увеличиваются. То же касается и Земли (рис. 17.31).

Плотность эфира в окружающем Землю пространстве известна, так же как и то, что эфир втекает в Землю со второй космической скоростью. На этом основа-

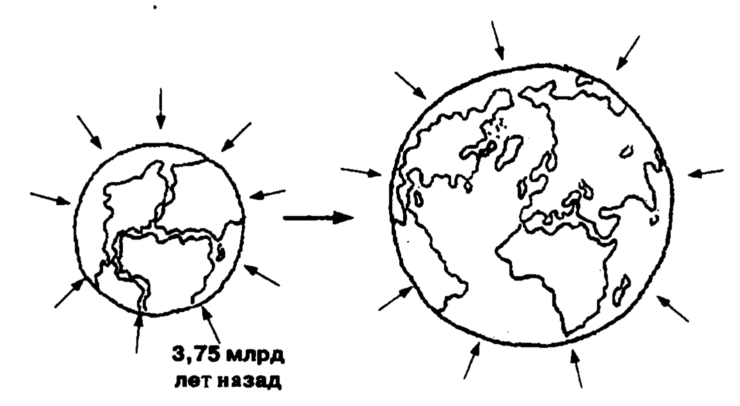


Рис. 17.31. Расширение Земли вследствие поглощения ею эфира космического пространства.

нии рассчитано ежесекундное относительное увеличение массы Земли. Оно оказалось равным:

$$\frac{\Delta M}{M\Delta t} = 10^{-17} c^{-1}.$$

Такая же величина с небольшим разбросом характерна для всех тел Солнечной системы, включая Солнце и планеты. Земля, в частности, ежесекундно увеличивает свою массу на $5{,}05 \cdot 10^7$ кг. Расчет показывает, что примерно 3,7–4 миллиарда лет назад Земля была шаром, в котором все плиты нынешних континентов плотно прилегали друг к другу, составляя единую застывшую поверхность земного шара. Но накопление вещества в недрах привело к тому, что эта закаменевшая оболочка лопнула, не выдержав внутренних напряжений, а в месте разлома стало выходить избыточное вещество. Этот процесс продолжается и сегодня, и мы его

наблюдаем в виде подводных рифтовых хребтов, опоясывающих всю планету. Возраст пород в хребтах, подвижка морского дна и выверенный ныне факт продолжающегося расхождения материков подтверждают реальность этого.

Из изложенного следует, что напряженность внутри земного шара, так же как и внутри других планет, будет всегда. Это значит, что и процесс горообразования, и появление новых островов, и всякого рода тектонические процессы, включая землетрясения, будут происходить до тех пор, пока сама Земля будет существовать.

Предположение о расширении Земли за счет поглощения эфира было впервые высказано Ярковским в начале этого столетия. Следует отметить, что увеличение массы Земли со временем есть реальный факт, и он не может быть объяснен, например, такими процессами, как ассимиляция лучевых, корпускулярных и метеорных потоков. Как показано Гусаровым, за счет этих факторов в течение 5 миллиардов лет Земля могла увеличить свою массу не более чем на $3 \cdot 10^{-7}$ части ее современной массы.

Факт равномерного расширения Земли на сегодня является твердо установленным, результатом этого стал отрыв материков друг от друга. Расширение поверхности Земли в настоящее время происходит в стороны от океанических рифтовых хребтов – Северо- и Южно-Атлантических, Западно-Индийского, а также Австрало-Антарктического, Южно- и Восточно-Тихоокеанских поднятий.

Проведенные исследования показали, что примерно 2–2,5 млрд. лет тому назад Земля имела существенно меньший объем, океаны отсутствовали, а все современные материки были слиты воедино и образовывали общую твердую оболочку Земли – земную кору. Установлено также наличие движения материков друг от друга.

Поглощенный эфир в недрах Земли преобразуется в обычное вещество, избыток которого вылезает из недр в виде упомянутых рифтовых хребтов, возраст породы которых составляет от 5 (в верхней точке) до 10 (у подножья) миллионов лет. Далее возраст пород дна растет и около берегов составляет 200 млн. лет. Здесь морское дно уходит под материки (субдукция), кроме западного побережья Америки, где морское дно наползает на материк, в результате чего и образовались Кордильеры.

Таким образом, эфиродинамическое моделирование позволяет не только понять саму природу тяготения, но и уточнить его закономерности и понять некоторые явления, не имевшие до сих пор объяснения.

17.9. Эфиродинамические представления о космосе

17.9.1. Эфиродинамические представления о галактиках

С позиций эфиродинамики могут быть объяснены многие особенности галактик и их взаимодействий. Наша Галактика относится к числу наиболее распространенных спиральных галактик, таких галактик имеется более 60%. Это устойчивые образования, и рассмотрение галактического механизма целесообразно начать с них.

Любое вихревое образование газа не может существовать вечно, поскольку

его внутренняя энергия расходуется на вязкое трение внешней среды, в результате чего вихри теряют энергию и в конце концов теряют устойчивость и диффундируют. Примером диффундирования вихрей является поведение дымовых колец на последней стадии своего существования. Следовательно, вихри эфира, образующие вещество, также должны со временем прекратить свое существование, а образовавший их эфир должен перейти в свободное состояние.

Распад вещества как следствие распада вихревых образований эфира заставляет поставить вопрос о механизме образования вещества – тороидальных вихрей эфира.

Как известно, основные скопления масс вещества во Вселенной сосредоточены в галактиках в виде звезд и межзвездной среды. В галактиках имеются ядра, которые находятся в центрах галактик. Ядра галактик, как это следует из астрономических исследований, являются источниками вещества в виде протонов, атомов водорода и всевозможных излучений.

Бюраканской обсерваторией установлено, что максимальная плотность молодых звезд находится в районе ядра нашей Галактики. Из ядра же во все стороны исторгается протонно-водородный газ, скорость истечения которого составляет 50 км/с, а масса – 1,5 массы Солнца в год.

С точки зрения эфиродинамики ядра галактик являются центрами вихреобразования, а сформировавшиеся тороидальные вихри эфира и представляют собой тот протонно-водородный газ, который испускается из ядер галактик.

В самом деле, для образования вихрей в эфире достаточно, чтобы струи эфира втекали в область ядра, где они соударялись бы между собой и перемешивались хаотически. Расчет показывает, что скорость эфирных потоков, врывающихся в ядро со стороны спиральных рукавов, составляет десятки тысяч км/с. Этого достаточно, чтобы при соударении струй рождались винтовые вихревые тороидальные кольца, которые будут уплотняться и делиться много раз, пока плотность их тел не достигнет критической величины. При этом за счет уплотнения эфира в тороидальных вихрях давление эфира в ядре будет снижаться.

После того как плотность эфира в вихрях достигнет критической величины, уплотнение и деление тороидальных вихрей прекратятся, а образовавшиеся в результате протоны на больших скоростях будут соударяться друг с другом. Таким образом, образуется протонный газ. Протоны сами образуют вокруг себя из окружающего их эфира электронные оболочки, и протонно-водородный газ, расширяясь, начинает истекать из ядра Галактики.

Как уже было показано, вихревые образования имеют относительно среды пониженную температуру, в результате чего начинается теплообмен между ними и свободным эфиром. Итогом этого являются два следствия – наличие градиента температур в окружающем вихри пространстве, приводящего к появлению градиента давлений в эфире, что вызывает явления гравитации, и смещение окружающего эфира к вихрям и поглощение эфира вихрями. Последнее обстоятельство приведет к тому, что вихри эфира – протоны и атомы водорода будут непрерывно увеличивать свою массу.

Возникновение гравитации приводит к притяжению масс вещества друг к другу, что и обеспечивает образование звезд. Образование каждой звезды должно

носить лавинный характер, так как по мере увеличения массы звезды сила ее притяжения увеличивается.

В связи с тем что газ, образованный в ядре галактики, имел скорость истечения порядка 50 км/с, молодые звезды, состоящие из этого же газа, будут перемещаться из центра галактики к ее периферии с той же начальной скоростью.

За счет вязкости эфира винтовые тороидальные вихри – нуклоны будут постепенно терять свою энергию, это приведет к увеличению их размеров. Объем нуклонов увеличивается также за счет поглощения окружающего эфира. В результате этого растет площадь поверхностей вихрей и контакт со средой увеличивается. Это приводит к росту потерь энергии протонами. Следовательно, увеличение размеров вихрей и процесс потери ими энергии будут постепенно интенсифицироваться.

Потеря энергии вихрями не может происходить бесконечно долго. Начиная с некоторого момента вихрь теряет свою устойчивость и диффундирует. С этого момента вихревое образование – вещество прекращает свое существование, а материя, его образующая, возвращается в исходное состояние – в состояние свободного эфира.

Из изложенного вытекает, что все звезды, образованные в ядре Галактики, должны иметь поступательное движение от ядра к периферии и что масса этих звезд должна не только уменьшаться за счет излучения, но и увеличиваться за счет поглощения эфира. Вещество же, образовавшее звезды, должно «устаревать» и, в конце концов, прекращать свое существование. Вероятнее всего, размер нашей Галактики, так же как и размеры всех спиральных галактик вообще, и определяется временем устойчивого состояния вещества в эфире и начальной скоростью смещения звезд от центра к периферии.

Распад на периферии Галактики нуклонов, в которых эфир находился в уплотненном состоянии, приводит к возрастанию давления свободного эфира в этой области. В двух разнесенных в пространстве областях Галактики – ядре и периферийной области имеет место разность давлений эфира: в ядре пониженное за счет самоуплотнения эфира при образовании нуклонов, на периферии – повышенное за счет их распада. Эта разность давлений создает поток свободного эфира от периферии к ядру. Этот поток закручивается и воспринимается как магнитное поле спиральных рукавов Галактики – единственное в природе разомкнутое магнитное поле.

Этот поток, обнаруженный в 1921–1925 гг. исследователем эфирного ветра Д.К.Миллером, перемещается не вдоль рукава Галактики, а вокруг его оси, постепенно смещаясь к ядру и образуя как бы трубу, плотность эфира в которой выше, чем в окружающем Галактику пространстве. Несмотря на повышенную плотность потока, давление в нем меньше, чем в окружающем эфире, за счет градиента скоростей эфира. Поэтому звезды, попавшие в этот поток, не смогут выйти из него в сторону, а будут перемещаться вдоль рукава от ядра к периферии. Таким образом, в каждом спиральном рукаве имеется два потока: поток эфира в виде спирали вокруг оси рукава с общим перемещением от периферии к ядру и поток звезд от ядра к периферии в стенках рукава в направлении от ядра к периферии. Этим осуществляется кругооборот эфира в пределах спиральной Галактики, которая может существовать сотни и тысячи миллиардов лет без существенных изменений.

Те звезды, которые не попали в спиральный рукав, удаляются от ядра, обра-

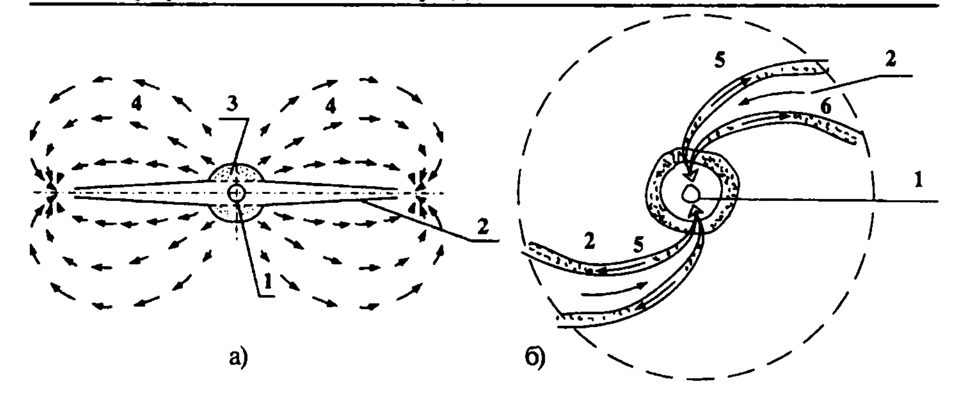


Рис. 17.32. Кругооборот эфира в спиральной галактике: а) вид на галактику сбоку; б) вид на плоскость галактики. 1 – ядро галактики; 2 – рукава; 3 – сферическая центральная область старых звезд; 4 – поток эфира от сферы к периферии; 5 – поток звезд от ядра к периферии; 6 – поток эфира от периферии к ядру.

зуя сферу. Процесс устаревания вещества здесь тот же, но разница в том, что в спиральных рукавах за счет омывания протонов звезд эфирным ветром вещество оказывается устойчивее, поэтому длина пути, проходимая звездой в спиральном рукаве, больше, чем радиус центральной сферы. Но дальше звезда, выйдя на периферию сферы, распадется точно так же, а освободившийся эфир должен вернуться к ядру. Но его путь будет не прямым – по радиусам к ядру, а несколько окольным, поскольку спиральные рукава галактик создают в своем движении по всей внешней части экваториальной плоскости пониженное давление эфира. Поэтому эфирные потоки от сферической части спиральной Галактики переходят к периферии, образуя две больших полусферы и смещая все межзвездное вещество – газ и пыль к галактической плоскости, где оно частично удерживается благодаря пониженному давлению эфира в этой пограничной области (рис. 17.32).

Таким образом, в Галактике имеется согласованное движение всех ее компонентов – вещества в виде газа и образованных им звезд, с одной стороны, и потоков эфира – с другой . Это движение устойчиво и может длиться сколь угодно долго, пока по каким-либо причинам эфир не будет из нее отобран новыми внешними центрами вихреобразования, являющимися основой рождения новых галактик.

Новые центры вихреобразования эфира могут возникнуть по разным причинам.

Наиболее вероятной причиной возникновения нового центра вихреобразования является столкновение двух комет, в теле которых скорости потоков эфира достигают огромных величин. Вероятность столкновения комет невелика, но она находится в согласии с вероятностью образования новых центров вихреобразования в метагалактике. При столкновении двух комет эфирные потоки, образующие их тела, перемешиваются, что и дает начало новому центру вихреобразования – ядру новой галактики. Такое столкновение может происходить внутри спиральной галактики в любой ее области, что чревато для нее в будущем структурной перестройкой или даже гибелью. Наличие молодых звезд в некоторых участках спираль-

ных ветвей нашей Галактики говорит о такой возможности.

Между одновременно существующими галатиками должно существовать взаимодействие через давление окружающего их эфира, регулирующее вихреобразование в ядрах галактик и размер самих галактик. Поскольку образование новой галактики потребует затрат эфира на вихреобразование, то давление в эфире вокруг нее начнет снижаться.

Это приведет к тому, что эфир из окружающего пространства начнет перетекать к этому новому ядру, это вызовет снижение давления эфира в других галактиках. Снижение давления там вызовет нарушение давления на поверхностях вихрей частиц вещества, что заставит их испаряться. В результате рождение новой галактики нарушит равновесие уже существующих галактик, и некоторые из них могут прекратить свое существование.

В этом плане представляют интерес так называемые двойные галактики, в большинстве своем связанные перемычкой из звезд. В данном случае, вероятнее всего, идет процесс перетекания эфира из одной галактики в другую, сопровождающийся захватом звезд, которые перемещаются в ту же сторону. Однако потоки эфира, достигнув нового центра вихреобразования, утилизируются, а звезды по инерции продолжают свое движение, выходя далеко за пределы новой для себя галактики, образуя длинные «хвосты» (рис. 17.33).

Поскольку в конце «хвоста» должен иметь место распад вещества звезд, то между концом «хвоста» и новой галактикой должно существовать магнитное поле, направленное от «хвоста» к ядру новой галактики. Напряженность поля должна составлять единицы микрогаусс.

Рис. 17.33. Взаимодействие галактик: Г1 – деградирующая галактика; Г2 – развивающаяся галактика; 1 – перемычка из звезд; 2 – «хвост» из звезд; 3 – область рассасывания звезд; 4 – потоки эфира к ядру галактики Г2.

Все остальные типы галактик можно рассматривать как переходные формы галактик от вновь образованной, в которой спиральные потоки еще не полностью сформировались, до устойчивой, в которой спиральные потоки уже оформились.

Так, галактики с перемычкой, в которую входят спиральные рукава, можно рассматривать как этап формирования новой галактики в бывшей системе двойной галактики. Перемычка – это остатки старой перемычки между галактиками, содержащая остатки звезд старой галактики, уже почти полностью уничтоженной.

Галактики, у которых образовались рваные края, нужно рассматривать как образования, у которых не хватило эфира на поддержание процесса (рис. 8.4). Процесс вихреобразования здесь не поддержан эфиром, поступающим от ее собственной периферии. Вероятнее всего, здесь не хватило внешнего эфира на поддержание вихреобразования до того момента, как распад вещества на периферии галактики позволил бы освободившемуся эфиру вернуться к центру вихреобразования. Образовался разрыв процесса, и эта галактика обречена на гибель. Освободившийся эфир

обязательно будет включен в кругооборот эфира в пределах метагалактики. Остальные типы галактик представляют собой те или иные переходные формы между рассмотренными выше.

Так, например, в отличие от «рваных» галактик, в которых процесс вихреобразования затухал постепенно, в кольцевых структурах он был прерван относительно быстро. Однако образовавшиеся из уже созданного газа звезды продолжали свое движение от центра. В результате возникло достаточно четкое кольцо.

Астрономические наблюдения показали, что метагалактика, т.е. область, доступная наблюдению, представляет собой крупное тороидальное образование, в котором содержатся более мелкие тороидальные образования – скопления галактик. Конечно, метагалактика – это не вся Вселенная, в которой подобных метагалактик должно содержаться бесчисленное множество. Но это та часть Вселенной, которую К.Э.Циолковский называл «эфирным островом», указывая, что между такими островами находится не эфир, а материя, нам неизвестная. Однако можно полагать, что эта неизвестная материя представляет собой тот же эфир пониженной плотности и эфир-2, т.е. материю, образовавшую амеры – молекулы эфира-1 или просто эфира. Ибо материя неисчерпаема не только вширь, но и вглубь, и все это есть единая Вселенная.

Таким образом, во Вселенной имеет место вечный кругооборот эфира, главным образом, на основе кругооборота эфира в галактиках. Вся материя, имеющаяся во Вселенной, будь она в виде вещества или в виде излучений, рано или поздно проходит все стадии вихреобразования и распада, и этот кругооборот вечен.

На основе изложенного должна быть разработана иная классификация галактик, нежели это было сделано до сих пор. В основу этой классификация нужно положить представление о кругообороте эфира в спиральных галактиках, роль комет в образовании новых галактик, обмен эфирными массами между двойными галактиками и параметры устойчивости вихреобразования в ядрах галактик.

Из изложенного вытекает, что целесообразно вновь вернуться к представлениям о стационарной Вселенной, существующей в рамках неуничтожимой и несоздаваемой материи, евклидового пространства и равномерно текущего однонаправленного времени.

Все причинно-следственные отношения всех процессов представляют собой общую неразрывную цепь, когда одни процессы перетекают в другие безо всяких промежутков.

Такая Вселенная всегда существовала и будет существовать вечно.

17.9.2. Эфиродинамические явления в звездах

Существующая сегодня картина строения и эволюции звезд оказывается неполной, поскольку она не учитывает эфиродинамические процессы, сопровождающие рождение, эволюцию и гибель звезд. Учет уже известных эфиродинамических явлений существенно дополняет эту картину, хотя и при этом остается значительное число нерешенных вопросов.

Прежде всего современная астрофизика практически ничего не говорит о самом

факте и механизме зарождения звезд.

В соответствии с представлениями эфиродинамики звезды зарождаются в ядрах галактик из протонно-водородного газа, образовавшегося в результате соударения на высоких скоростях эфирных струй, поступающих в ядро из спиральных рукавов. Форма этого ядра от шаровой до вытянутой, называемой «перемычкой» между спиральными рукавами, зависит от степени формирования всей галактики. Далее, поскольку образованный в ядрах протонно-водородный газ имел тенденцию к расширению, то и звезды, образованные из него вследствие действия гравитации, также начинают выходить за пределы ядра с относительно небольшой скоростью порядка 50 км/с. Часть звезд, не попавших в спиральные рукава, образует вокруг ядра сферу, устаревая по мере удаления от ядра. По прошествии некоторого времени протоны атомов теряют свою энергию, теряют устойчивость и растворяются в эфире, возвращая в галактику затраченный на них эфир. Другая часть звезд, попавших в спиральные рукава, смещается в «стенки» рукавов и движется по ним к периферии внутри «стенок», испытывая на себе влияние эфирного ветра, который в районе ядра имеет аксиальное направление, а затем, по мере удаления от ядра, меняя его на перпендикулярное.

Звезда, находясь вблизи ядра в потоке уплотненного эфира, перемещающегося навстречу ей со скоростью до нескольких тысяч км/с, начинает закручиваться этим потоком, поскольку это течение градиентное и скорости в нем распределены неравномерно. При этом одновременно протекают еще два процесса - продолжающееся сжатие звезды под действием гравитационных сил и ее расширение за счет поглощения эфира окружающего пространства.

На начальной стадии преобладает первый процесс, и звезда по мере сжатия начинает дополнительно самораскручиваться, поскольку здесь действует закон постоянства момента количества движения. Однако в дальнейшем процесс раскручивания звезды со стороны эфирного ветра прекращается, во-первых, потому, что плотность эфира в потоке убывает по мере удаления звезды от ядра, а во-вторых, потому, что уплотнившаяся звезда уменьшает размеры и поверхностный слой экранирует внутренние слои звезды. Но процесс поглощения звездой окружающего эфира продолжается все то время, пока звезда существует, поэтому ее масса и радиус растут, это приводит теперь уже к замедлению ее вращения, поскольку продолжает действовать закон постоянства момента количества движения. Это внешняя сторона эволюции звезды.

Внутренняя же эволюция звезды связана с двумя процессами – потерей энергии протонами за счет трения об окружающий эфир, что приводит к расширению протона, увеличению площади его поверхности, к нарастанию потерь энергии, а затем к ликвидации протона за счет растворения его в эфире. Вещество звезды прекращает свое существование, а вместе с ним и сама звезда. Освободившийся эфир направляется по спиральным рукавам к ядру галактики, где вновь принимает участие в образовании протонно-водородного газа и формировании из него новых звезд.

Однако на последней стадии существования звезды вероятен процесс преобразования атомов водорода в ионизированный протонный газ. Это связано с тем, что при расширении протона в нем расширяется его центральное отверстие, теперь уже и атом становится неустойчивым. Достаточно небольшого внешнего воздействия,

чтобы присоединенный к ядру поток эфира, воспринимаемый как электронная оболочка, изменил свое направление и замкнулся не во вне, как это имеет место у атомов, а через это отверстие. Внешне это воспринимается как ионизация атома. Этот процесс происходит лавинно, поскольку протоны начинают отталкиваться друг от друга, скорость их нарастает, частота соударений растет, процесс ионизации соседних атомов убыстряется. Происходит взрыв звезды. Вероятнее всего, это происходит на краях галактик.

Второй процесс – процесс поглощения эфира протекает непрерывно во все время существования звезды. Это приводит не только к наращиванию массы звезды, но и ко всякого рода напряжениям внутри ее тела. Возможно, что именно по этим причинам происходят конвекционные течения внутри звезд, выброс протуберанцев и т.п. явления.

Следует напомнить также, что существующие представления об энергетике звезд находятся в противоречии с временем их существования и расходятся примерно на два порядка. Возможно, что этот парадокс со временем удастся разрешить за счет учета указанных выше эфиродинамических процессов.

С этих же позиций могут быть рассмотрены и выбросы вещества из звезд и даже природа так называемых «солнечных пятен», существующих, по-видимому, у всех звезд.

Выброс закрученных потоков эфира, происходящих в результате накопления эфира внутри звезд с последующим изменением его температуры, приводит как к выбросу вещества (протуберанцев), так и к образованию тороидальных винтовых образований.

Эти образования могут быть двух видов. Первые располагаются своей плоскостью параллельно плоскости поверхности звезды. Тогда керн тороида будет восприниматься как вихревое одиночное образование – униполярное пятно, воспринимаемое как интенсивное униполярное магнитное поле. На Солнце подобные образования достигают 200 тыс. км в диаметре и более и существуют от нескольких часов до нескольких месяцев. Если тороид частично погружен в массу звезды, то на поверхность он выходит как биполярное образование, имеющее как бы два магнитных полюса. А кроме того, возможны и структуры фотонного типа – системы группы линейных вихрей. Все такие структуры способны вырываться их недр звезды в космическое пространство и определенное время существовать самостоятельно, перемещаясь в пространстве с высокими скоростями, хотя существенно меньшими, чем скорость света. Такие структуры обнаруживаются колебаниями луча лазера, нестабильность положения которого в пространстве обусловлена, в частности, этим фактором.

Все перечисленное, разумеется, никак не перечеркивает уже изученных процессов – наличия термоядерных реакций в звездах и т.п., но заставляет к рассмотрению уже «хорошо изученных» явлений добавить еще и те, которые могут оказаться первопричинами всего того, что о звездах уже известно.

17.9.3. Солнечная система как элемент Галактики

Главным недостатком гипотез, связанных с проблемой происхождения и развития Солнечной системы, является то, что эта проблема рассматривается ими в отрыве от галактических процессов. Эфиродинамика впервые позволяет рассмотреть особенности строения Солнечной системы в связи с этими процессами, и это дает возможность относительно просто ответить на многие вопросы.

Выше было показано, что в пределах спиральной Галактики осуществляется кругооборот эфира: к ядру эфирные потоки устремляются в спиральных рукавах, от ядра эфир уходит в виде протонно-водородного газа, собранного в звезды, которые по спиральным рукавам движутся к периферии Галактики, омываясь эфирным потоком.

Скорость эфирного ветра в настоящее время в районе Солнечной системы составляет около 400 км/с. По данным Д.К.Миллера эфирный ветер в районе Солнечной системы имеет направление от звезды «z» созвездия Дракона (64°, 17,3 ч), т.е. в направлении, перпендикулярном оси спирального рукава, которая в районе Солнечной системы направлена к созвездию Льва (15°,11 ч).

Расчет показывает, что осевое смещение эфира составляет в районе Солнечной системы всего 10^{-5} – 10^{-6} м/с. Это означает, что за один оборот в спиральном рукаве эфир окажется смещенным к ядру на 10^{6} – 10^{7} км. В районе же ядра спиральные рукава существенно уменьшают площадь поперечного сечения, что означает, во-первых, изменение направления эфирных потоков, здесь их основное направление осевое, а во-вторых, увеличение скорости течения эфирных потоков на несколько порядков.

Таким образом, в пределах спирального рукава Галактики поток эфира движется по спирали с переменным шагом, что напоминает картину стока воды в ванной (рис 17.34).

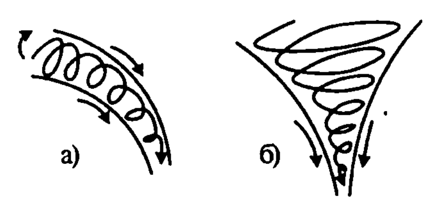


Рис. 17.34. Движение по спирали с переменным шагом: движение эфира в рукаве спиральной галактики (а) и сток воды в ванной (б).

Как и в каждой струе газа, в потоке эфира скорости в различных слоях потока различны, таким образом, имеет место градиент скоростей (рис. 17.35а). Образованная в центральной области Галактики звезда будет затянута потоком эфира в область с максимальным градиентом скорости, т.к. здесь давление эфира наименьшее. Это подтверждается тем, что звезды в спиральных рукавах Галактики расположены по их периферии, как бы в «стенках» трубы. Таким образом, любая звезда, попавшая в спиральный рукав, окажется под действием эфирного потока, имеющего градиент скорости, что приведет к ее раскрутке, так что ось вращения будет перпендикулярна направлениям скорости и ее градиента (рис. 17.35б).

В разреженном газе, образовавшем звезду на начальном этапе ее развития,

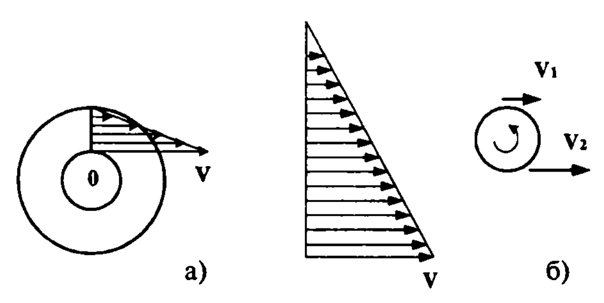


Рис. 17.35. Закручивание звезды в пограничном слое спирального рукава Галактики: градиентное течение эфира (а) и закручивание звезды эфирным ветром (б).

эфирный ветер оказывает давление на каждый протон. Однако дальнейшее развитие звезды связано с ее сжатием, что приводит к взаимному экранированию протонов. Это означает, что фактически непосредственно под поверхностным слоем эфирный ветер резко снижает скорость. Ускорение, полученное поверхностными атомами газа, перераспределяется на всю массу звезды, но поверхностные слои будут двигаться быстрее, чем внутренние. Влияние же эфирного ветра на уменьшение скорости поступательного движения звезды оказывается небольшим, поскольку отношение площади звезды к ее массе невелико и тем меньше, чем больше звезда.

Одновременно идет процесс накопления массы звездой за счет поглощения ею окружающего ее эфира. Как показывают расчеты, постоянная времени накопления массы Солнцем за счет поглощения эфира в настоящее время составляет 2 млрд. лет. При возрасте Солнца около 5,5 млрд. лет это означает, что его начальная масса была в 15 раз меньше, чем сейчас. Однако в окрестностях ядра плотность эфира была, по крайней мере, на два порядка больше, чем в настоящем месте нахождения Солнечной системы, постоянная времени накопления массы была значительно меньше, и значит, начальная масса Солнца составляла не более чем 0,01 значения массы Солнца в настоящее время.

Расчет показал, что наличия градиента скоростей в эфирном ветре, устремляющемся к галактическому ядру, более чем достаточно, чтобы обеспечить раскрутку Солнца, особенно если учесть его последующее гравитационное сжатие, в результате которого оно будет уже раскручиваться само за счет уменьшения своего радиуса, поскольку при этом процессе сохраняется значение момента количества движения.

Таким образом, на ранней стадии образования Солнце имело массу значительно меньшую, чем в настоящее время, по крайней мере, на два порядка, а при сжатии скорость его вращения была значительно выше, чем сейчас. В дальнейшем же, по мере поглощения эфира масса Солнца росла, диаметр тоже увеличивался, соответственно снижалась скорость вращения, пока не достигла ныне существующего значения в 2 км/с.

Сейчас на поверхности Солнца соотношение между силами центробежного отталкивания и силами притяжения составляет 10^{-5}, поэтому и речи быть не может

о том, чтобы часть вещества от Солнца могла бы сейчас оторваться за счет центробежной силы. Однако на ранней стадии образования Солнца положение было совсем иным. С учетом изложенного выше – малой начальной массы, самораскрутки за счет сжатия – это соотношение было значительно больше единицы, так что «лишнее» вещество вполне могло на каком-то этапе сжатия Солнца оторваться от него, что соответствует гипотезе Дарвина, высказанной им по отношению к Луне как оторвавшейся части Земли.

Теперь эту гипотезу можно применить по отношению ко всей планетной системе (рис. 17.36).

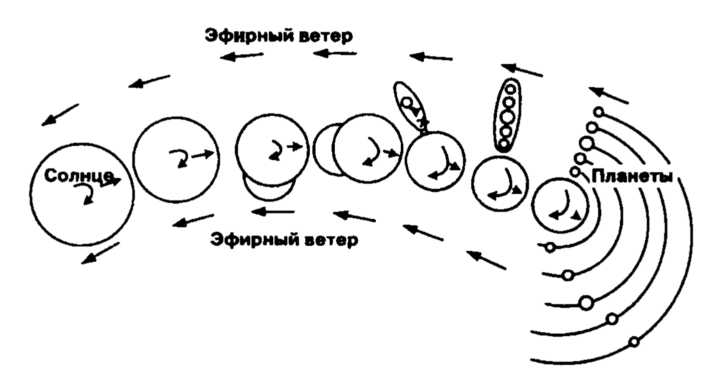


Рис. 17.36. Образование планетной системы вокруг Солнца и наращивание ею орбитального момента за счет раскрутки градиентными потоками эфирного ветра.

Оторвавшаяся часть приливной волны от экваториальной части Солнца немедленно рассыплется на отдельные части, поскольку градиент скорости вещества не позволит всей оторвавшейся массе сохраниться как целому. При этом учитывая, что внешние слои, оторвавшиеся части, имели внутренние скорости большие, чем внутренние, из-за того, что раскрутка Солнца производилась эфирным ветром через его поверхность, все рассыпавшиеся части приобретут собственное вращение именно в прямом направлении.

Оторвавшиеся части приливной волны Солнца, рассыпавшись на части, сформируются в шары, т.е. в будущие планеты, которые по прежнему будут находиться под действием эфирного ветра. Однако теперь следует учесть что силы, раскручивающие планеты по орбитам, действуют значительно эффективнее тех же сил, продолжающих раскручивать Солнце. Это происходит из-за того, что Солнце представляет большую массу, и экранирующее действие вещества для эфирного ветра здесь значительно больше, чем в малых массах. Отношение площади к массе у малых планет гораздо выше, чем у Солнца, а следовательно, и воздействие со стороны одного и того же потока будет у планет значительно большее. А главное то, что радиус Солнца меньше, чем радиус орбит планет. Следовательно, разность скоростей потоков эфира для орбит планет больше, чем для поверхностных слоев Солнца, и эта разность будет нарастать по мере удаления планет от Солнца.

Поэтому орбитальный момент планет будет наращиваться гораздо эффективнее, чем собственный момент вращения у Солнца.

Наконец, поглощение эфира планетами уменьшит скорость их вращения вокруг Солнца пропорционально накопленной массе. У Солнца же скорость вращения замедляется и за счет массы, и за счет увеличения его радиуса.

Таким образом, превышение значения орбитального момента движения планет над значением момента вращения Солнца вполне закономерно.

Подобным образом можно объяснить вращение в прямом направлении большинства спутников планет. Трудность представляет объяснение другого факта: группа малых спутников Юпитера (VIII, IX, XII), спутник Феб Сатурна и Тритон Нептуна имеют не прямое, а обратное вращение. В принципе, если полагать, что в поверхностном слое Юпитера, Сатурна и Нептуна в момент образования этих спутников имело место сохранение циркуляции скорости, то и этот факт получает объяснение. Но это требует дополнительных исследований.

После образования планет Солнечная система продолжает путь вдоль «стенок» спирального рукава. Направление эфирного ветра меняется, так же как и направление его градиента. Солнце оказывается под воздействием сил, момент которых наклонен к его оси. Как и во всяком гироскопе, у него началась прецессия, приведшая к наклону оси вращения Солнца на 7° по отношению к его первоначальному положению.

Таким образом, рассмотрение процессов образования и становления Солнечной системы как результата процессов, протекающих в Галактике, позволяет на основе эфиродинамики естественным образом объяснить основные особенности строения Солнечной системы. Конечно, высказанные предположения могут претендовать лишь на роль гипотезы.

Из изложенного также вытекает, что собственное вращение имеют только звезды, попавшие в спиральные рукава Галактики. Звезды, не попавшие в них, собственного вращения не имеют и, вероятнее всего, не имеют и своих планетных систем. Но у звезд, находящихся в спиральных рукавах, высока вероятность наличия планетных систем.

Звезды, расположенные вблизи Солнечной системы, должны иметь направление осей вращения почти то же, что и у Солнца, причем вдоль направления галактических рукавов то же самое, а поперек – меняющееся по мере увеличения углового расстояния относительно оси рукава.

17.9.4. Кометы – тороидальные вихри эфира

Все небесные тела поглощают эфир из окружающего их пространства, который входит в них со скоростью, равной второй космической, для Земли это 11,18 км/с, для Луны – 2,375 км/с, для Юпитера – 61 км/с. За счет поглощения эфира все небесные тела наращивают свою массу и расширяются.

Поглощение эфира по поверхности планеты распределяется неравномерно, т.к. разные участки поверхности из-за наличия разных пород имеют разное эфиродинамическое сопротивление, поэтому накопление эфира в глубине тела про-

исходит неравномерно. Частично накопленный эфир перерабатывается в вещество, механизм такой переработки не ясен, но то, что это происходит, сомнений не вызывает, потому что образовавшееся вещество вылезает из недр в виде мировой системы рифтовых хребтов, расположенных посередине всех океанов и имеющих общую длину около 60 тысяч километров. Но не весь эфир перерабатывается в вещество, часть его накапливается в глубинных слоях планет, создавая в некоторых местах избыточное давление, удерживаемое породами, имеющими высокое эфиродинамическое сопротивление. Такими породами являются любые токопроводящие породы.

Накопление давления эфира не может продолжаться бесконечно. Он либо начинает просачиваться наружу, завихряясь и создавая так называемые геопатогенные зоны, либо, если накопление эфира идет быстрее, чем рассасывание, удерживающие эфир породы прорываются, и тогда струя эфира выходит наружу по породам, имеющим высокую диэлектрическую проницаемость и которые поэтому являются эфиропроводами, т.е. каналами, имеющими малое эфиродинамическое сопротивление. Такими породами являются любые изоляторы.

После того как струя эфира из изолятора вырывается наружу, она сталкивается с пустым пространством, в котором диэлектрическая проницаемость равна единице, и эфиродинамическое сопротивление для струи резко возрастает. Этого достаточно для того, чтобы струя сначала стала расширяться, а затем сворачиваться в тороид, его края касаются поверхности Земли, породы которой имеют диэлектрическую проницаемость выше, чем у свободного пространства. Это способствует завершению формирования эфирного тороида, в состав которого теперь уже включились поверхностные породы (рис. 17.37).

Эфирный тороид – система устойчивая и энергоемкая. Градиенты эфирных потоков внутри тороида создают силы, достаточные для отрыва и удержания в

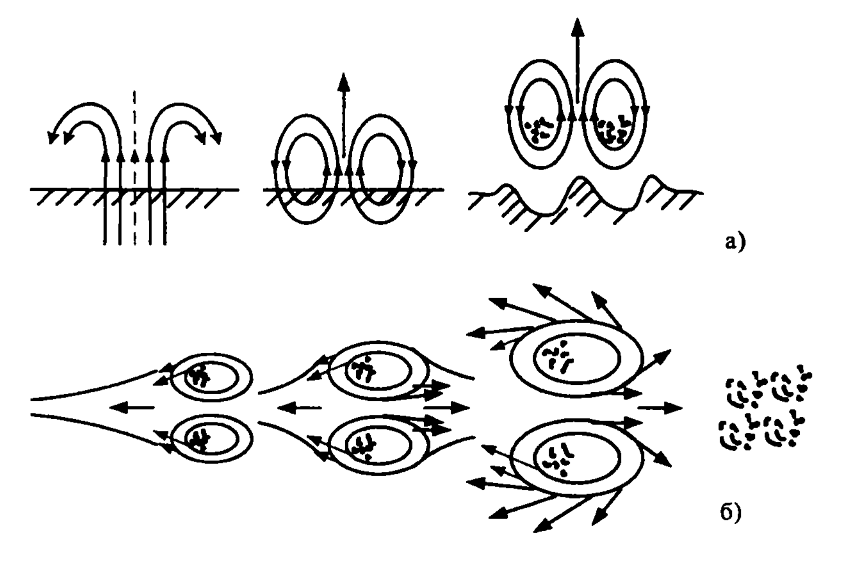


Рис. 17.37. Рождение кометы (а) и ее гибель (б).

нем оторванного от поверхности вещества. Сам же эфирный тороид, как и всякий газовый тороидальный вихрь, внешней поверхностью отталкивается от окружающей среды и перемещается в пространстве в направлении, в котором движутся потоки эфира в его центре, т.е. в том же направлении, в котором перемещался эфир в струе, образовавшей тороид. Таким образом, вырвавшаяся из недр планеты эфирная струя образует на ее поверхности тороидальный вихрь, который захватит в свое тело находящуюся под ним породу, часть пронесет через верх тороида и рассыплет по окружности в виде кольцевого вала, небольшую часть соберет в центре в виде горки, а все остальное утащит с собой.

А далее все будет зависеть от того, какой силы и какой мощности была исходная струя эфира.

Если мощность была относительно невелика, то тороид после формирования быстро потеряет устойчивость. Тогда произойдет взрыв с разбросом эфирных струй и набранного вещества. Градиенты скоростей эфирных потоков создадут силы, которые произведут разрушения, причем силы по оси струй будут направлены в сторону перемещения эфира, а сбоку от струй силы будут направлены к струям. Силы могут быть очень большими, достаточными для разрушения пород, зданий, вообще любых тел.

Если мощность эфирной струи большая, то образованный ею тороид вместе с собранным им веществом умчится в космическое пространство, и в космосе появится новая комета. Как и всякий тороидальный газовый вихрь, тороидальный вихрь эфира саморазгоняется, отталкиваясь от окружающего эфира, постепенно наращивая скорость и орбитальный момент, переходя на все более вытянутую орбиту до тех пор, пока его энергия не будет исчерпана.

Одновременно тороидальный вихрь будет формироваться в образование типа трубы, замкнутой на себя. Собранное им вещество будет сосредоточено в стенках этой трубы.

Пограничный слой эфира на поверхности тороида не даст разбрасываться ни эфиру, ни веществу, однако, до тех пор, пока эфирный вихрь не начнет терять свою энергию за счет вязкости эфира, диффузии и преобразования энергии вращения в энергию поступательного движения. С этим и связана дальнейшая эволюция кометы.

Захваченное тороидальным вихрем вещество подвергается размолу внутри вихря, так как в нем имеются градиентные потоки эфира и возникают громадные силы, разрывающие вещество. Эти силы могут быть столь велики, что разрыв вещества может происходить не только на молекулярном или атомном, но и на ядерном уровне. Поэтому внутри эфирного тороида происходит трансмутация захваченного вещества и его элементов. Повышенное содержание железа в метеоритах, оставшихся после гибели кометы обусловлено наиболее высоким значением энергии связей нуклонов в его атомном ядре по сравнению с ядрами других элементов. Наличие других элементов – алюминия, кальция, кислорода, кремния, магния, никеля и серы объясняется также относительно высокой удельной энергией связи нуклонов в четных ядрах, хотя и несколько меньшей, чем у железа.

Но если вихрем часть энергии уже потеряна, то и пограничный слой на его поверхности ослабевает, и он начинает пропускать накопленное вещество. При

этом часть перемолотого пылеобразного вещества выбрасывается вихрем назад, и у кометы образуется «хвост», который станет виден при приближении кометы к Солнцу. Если же потери энергии еще увеличатся, то пограничный слой эфира и в центральной части тороида размоется и перестанет удерживать вещество. Тогда часть размолотого вещества на большой скорости будет выбрасываться вперед, и у кометы образуется дополнительно к заднему еще и тонкий передний «хвост». А если потери энергии станут еще больше, то вещество начнет разбрасываться во все стороны. Это значит, что комета близка к гибели.

Поскольку при потере энергии вихрем скорость вращения эфирных потоков в нем будет замедляться, то крупные образования вещества – будущие метеориты, захваченные внутренней частью вихря, соберутся вместе, как это происходит с чаинками после помешивания чая в стакане. После полного рассасывания эфирного вихря на месте кометы окажется всего лишь рой метеоритов, который больше не наращивает орбитального момента, не производит никаких трансмутаций, а просто летит по инерции по той же орбите. А комета погибла.

Изложенная версия вполне имеет право на существование.

На фотографии кометы Аренда-Ролана (рис. 8.10) отчетливо видны оба «хвоста» – передний и задний, причем передний тонкий и длинный, что свидетельствует об огромной скорости выброса вещества вперед, как оно и должно быть при тороидальной структуре кометы.

На фотографиях кометы Хиякутаки, полученных в Главной Российской обсерватории Академии наук научными сотрудниками И.С.Голубевой и Н.А.Соколовым в период с 14 по 21 марта 1996 г. (газета «Аномалия» № 11 (119), 1996, с.5) (рис. 8.11), отчетливо просматривается тороидальная структура кометы. Различные цвета «колец» в тороиде на фотографии могут быть объяснены рядом факторов – различием плотности, температуры, скоростей вращения слоев и т.п. Таким образом, высказанная гипотеза даже имеет некоторое подтверждение.

Часто ли образуются эфирные вихревые тороиды на Земле? По-видимому, достаточно часто, но чаще это происходит в океане, чем на суше. Это понятно, потому что, во-первых, поверхность океанов в два раза больше, чем поверхность суши. Во-вторых, дно океанов тоньше, чем материковые плиты, а диэлектрическая проницаемость воды высока, так что условия для прохождения эфирных струй и для образования вихревых тороидов здесь лучше.

Имеются многочисленные свидетельства моряков о том, как из воды вырываются и уходят вверх некие НЛО блюдцевидной формы. Не будущие ли это кометы? И не потому ли ядра большинства комет, с которыми встречается Земля, состоят из льда?

Но есть свидетельства и другого рода, когда под водой на большой глубине видны крупные замкнутые вихревые образования. Может быть, это тоже тороиды, но у них не хватило энергии для дальнейшего продвижения, и они застряли в воде?

Но подобные случаи бывают и на суше в людных местах и даже в наше время.

Так 12 апреля 1991 года в День космонавтики в районе города Сасово Рязанской области в 1 час 34 минуты неизвестное явление вышибло окна и двери у множества домов, на окраине города, причем не внутрь, а наружу, произведя и другие разрушения. А наутро изумленные жители обнаружили на лугу перед нефтебазой

в полутора километрах от окраины огромную воронку диаметром 28 метров и глубиной около 4 метров. Особенностью воронки было то, что она имела форму половины тороида. В самом центре воронки был·обнаружен конусообразный круглый холмик из рыхлой земли, почему-то не затронутый взрывом. Вокруг воронки образовался кольцевой земляной вал. Телеграфные столбы, находящиеся более чем в ста метрах от воронки оказались наклоненными к воронке, а более 1800 тонн земляной породы попросту исчезло.

Но на Земле бывали случаи и покрупнее. Свидетельством тому является Пучеж-Катунская астроблема, диаметр которой составляет 80 км. Сколько же породы утащил в космос вырвавшийся в этом месте эфирный поток, если он образовал тороид такого диаметра? Но и это не все. На Севере имеется множество круглых озер, в которые не впадают реки. Не следы ли это процессов типа сасовского?

А что можно сказать о Луне, на поверхности которой имеются сотни подобных «астроблем», имеющих диаметр многие десятки и сотни километров. Таких образований там сотни, и все они имеют кольцевой вал и горку в центре (рис. 17.38).

В ноябре 1958 г. известный астроном Н.А.Козырев наблюдал на поверхности Луны явление, которое он уверенно отнес к извержению вулкана. В кратере Альфонс началось извержение в ночь с 2-го на 3-е ноября. В искатель 50-дюймового рефлектора Козырев заметил, что центральная горка Альфонса стала какой-то размытой, неотчетливой, с необычным красноватым оттенком. В 3 час 30 минут после перерыва Козырев был поражен необычной яркостью и ослепительным белым цветом центральной горки. Затем очень скоро, через несколько минут, этот ослепительный блеск исчез, и горка приобрела обычный вид. После обработки снимков исследователи пришли к выводу, что имело место извержение вулкана. Было, правда, непонятно столь короткое время извержения. Но то, что приняли тогда за извержение, вполне могло быть вторичным выбросом эфирного вихря, который вовсе не требует длительного времени для завершения процесса. Однако о такой возможности тогда никто не подозревал.

На поверхности Марса иногда наблюдаются очень яркие световые вспышки. Иногда они продолжаются по 5 минут, а вслед за этим возникает расширяющееся белое облако.

У некоторых ученых сложилось впечатление, что с 1938 года – первого известного такого случая – такое событие повторялось 10–12 раз. Яркость вспышки эквивалентна яркости взрыва водородной бомбы. Такой яркий голубовато-белый свет едва ли может быть вулканическим, да и время продолжения всего процесса слишком мало для вулканического извержения. Взрыв же упавшего метеорита не мог бы продолжаться столь долго и внешне никак не мог походить на извержение вулкана. Но

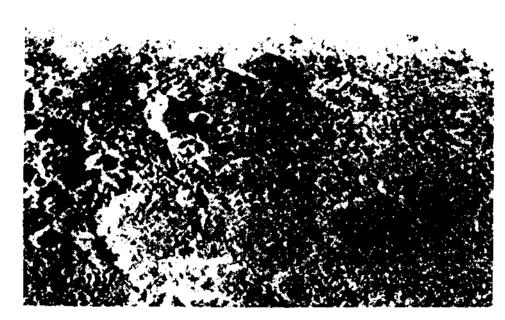


Рис. 17.38. Лунные кратеры в области Южного полюса.

в то же время это вряд ли термоядерный взрыв. А вот выбросу из недр планеты эфирного вихря все внешние признаки соответствуют. И это еще одно подтверждение возможности того, что все планеты Солнечной системы способны рождать кометы.

А сколько же комет породила Луна за все время своего существования и какой мощности должны быть выбросы эфирных потоков, если их энергии хватило для образования центральных «горок» диаметром в десяток километров и высотой в несколько километров, а также для образования кольцевых структур, содержащих десятки миллиардов тонн породы, и эфирных тороидов-комет, вобравших в себя и выбросивших в пространство тоже немало грунта?!

И что можно сказать о Юпитере, породившим целый пояс комет, а также о других планетах, и поверхность, и кометные пояса которых до сих пор изучены плохо?

Из изложенного следует, что жителям Земли кометная опасность грозит не столько из космоса, сколько из самой Земли. Нет сомнения, что люди со временем научатся прогнозировать подобные явления и избегать грядущих опасностей. Однако для этого официальной науке придется пересмотреть многие свои позиции.

17.9.5. Форма Земли

Земля вместе с Солнцем сейчас и уже три-четыре миллиарда лет находится в такой области спирального рукава Галактики, в которой она обдувается эфирным потоком с севера. Апекс эфирного ветра располагается, как установлено Миллером, где-то в районе звезды Дзета созвездия Дракона (прямое восхождение 62 град, склонение 65 град.). Возможно, сюда вкралась небольшая ошибка, связанная с не учетом Миллером влияния местного рельефа, в частности, горного хребта, в составе которого находится гора Маунт Вилсон, на которой проводились измерения. Ось Земли, таким образом, несколько наклонена к направлению эфирного ветра.

Все составляющие скорости эфирного ветра относительно поверхности Земли – галактическая, орбитальная и суточная – суммируются векторно (рис. 17.38). Вероятно, полная скорость составляет величину порядка 400–600 км/с, но на поверхности Земли ощущается значительно меньшая скорость, потому что благодаря наличию атмосферы эфирный ветер начинает тормозиться, и около земной поверх-

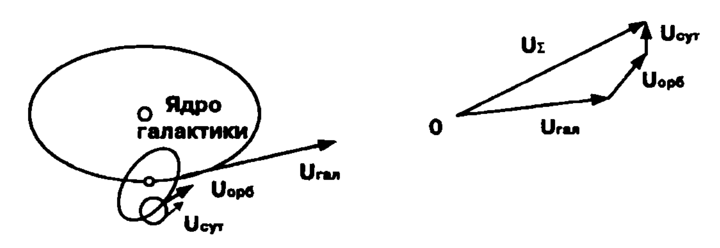


Рис. 17.39. Суммирование составляющих скоростей движения Земли и эфирного ветра.

ности относительная скорость составляет всего 3–3,5 км/с (рис. 17.39). Она была бы еще меньше, если бы эфир не поглощался планетой.

Огибая Землю, эфирный поток создает на ней различные области давления (рис. 17.40, 17.41).

Область Северного полюса и его ближайших окрестностей – область повышенного давления эфира, это область торможения набегающего эфирного потока:

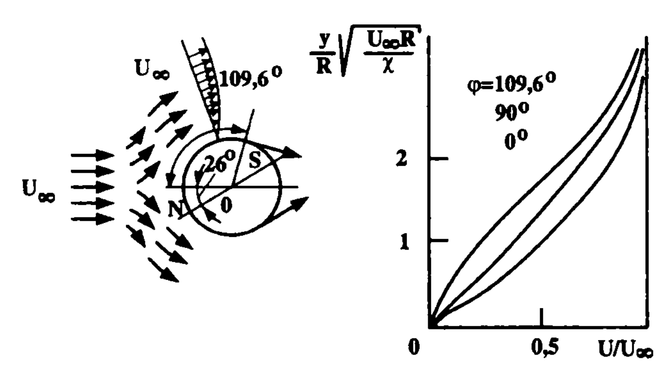


Рис. 17.40. Обдувание Земли эфиром.

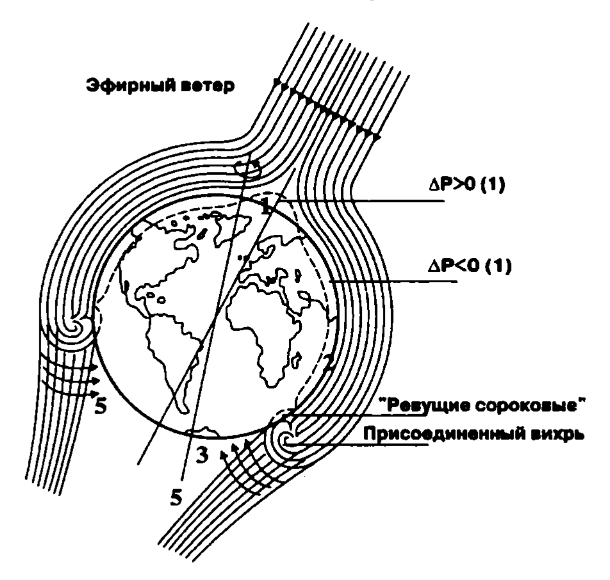


Рис. 17.41. Огибание Земли потоками эфирного ветра: 1 – область повышенного давления эфира вследствие торможения потока; 2 – область пониженного давления эфира вследствие наличия градиента скоростей потока; 3 – отрыв пограничного слоя и образования присоединенного вихря в районе 40-50 град. ю.ш.; 4 – область «ревущих сороковых»; 5 – выброс влаги на поверхность Антарктиды.

здесь поток эфира бьет прямо в «макушку» земного шара. Поэтому сюда материки не заходят, и здесь образовался Северный Ледовитый океан.

В Северном полушарии и частично в Южном – от 70 гр. с.ш. до 20 гр. ю.ш. давление эфира понижено за счет градиента скорости потока, огибающего Землю. Сюда смещаются материки, поэтому они и сосредоточены в Северном полушарии.

В результате обдува эфирным ветром поверхности Земли давление эфира в Северном полушарии в среднем меньше, чем в южном. Это не только заставило континенты сдвинуться в северном направлении, но и привело к тому, что форма земного шара стала «геоидом», неким подобием груши, вытянутой в направлении севера.

Область южнее двадцатых градусов южной широты – это область нормального давления эфира, здесь нет ни превышения, ни понижения давления эфира по сравнению с его давлением в Мировом пространстве.

По законам пограничного слоя после 110 град., считая от точки, в которую под прямым углом к поверхности бьет поток эфира, то есть несколько ниже экватора этот поток начинает отрываться от поверхности. Между этим оторвавшимся потоком и поверхностью Земли в районе сороковых-пятидесятых южных широт образуется присоединенный тороидальный вихрь эфира. Этот вихрь захватывает воздушные массы, которые вызывают волнение моря, что и дало этим широтам название «ревущих сороковых». Здесь можно высказать соображение о том, что положение присоединенного вихря эфира привязано к звездным координатам, это могут проверить метеорологи.

Потоки эфира, тормозясь об атмосферу и вращаясь вместе с Землей, испытывают кориолисово ускорение, поэтому появляется западная составляющая потока, что и вызывает в этом районе ветры западного направления.

Тороидальный воздушный вихрь забирает воду в океане и переносит ее через верхние холодные слои атмосферы в приполярные южные области, где и сбрасывает, образуя ледовый континент Антарктиды. Холодный воздух в центральной части тороидального вихря, спускаясь из стратосферы, охлаждает весь район и создает устойчивый постоянный антициклон. На севере таких явлений нет, поскольку присоединенный вихрь образуется только на задней по отношению к потоку стороне шара, т.е. только в Южном полушарии.

Таким образом, с учетом эфирного ветра впервые появилась возможность с единых позиций рассмотреть не только структуру Галактики и Солнечной системы, но и нашей родной Земли.

Необходимо отметить, что подобные же явления в том или ином виде должны существовать на всех планетах Солнечной системы. Это могут проверить планетологи. Нужно только не забывать, что величина пограничного слоя потоков эфира, обдувающих планету, существенным образом зависит от наличия на ней атмосферы, поскольку без нее толщина пограничного слоя будет исчисляться долями миллиметра.

17.10. Проблемы эфиродинамики

Как видно из изложенного, эфиродинамическое моделирование позволяет подойти ко многим физическим проблемам с новых позиций и предложить относительно несложные решения там, где современная теоретическая физика оказалось бессильной. Например, объединение фундаментальных взаимодействий, над чем физики бьются много десятилетий, здесь происходит простым и естественным образом. При этом все численные оценки взаимно увязываются с неплохой точностью. Оказывается понятным физический механизм многих явлений, чего никак не возможно представить на основе официальных теорий, и т.д.

Однако, несмотря на то, что в принципе не может существовать никаких физических явлений, структура и внутренний механизм которых нельзя было бы представить и объяснить на основе эфиродинамики, а также на то, что эфиродинамика уже сегодня позволила вскрыть и понять структуру основных материальных образований на уровне микромира, выявить внутренние механизмы многих физических явлений и силовых полей взаимодействий, считать, что все уже известно и понятно, нет никаких оснований. Эфиродинамика сегодня – это всего лишь начало пути на очередном этапе развития естествознания.

Не говоря уже о том, что эфиродинамические представления о внутренних механизмах уже понятых явлений пока еще носят характер моделей и гипотез, следует тем более подчеркнуть, что далеко не все структуры и явления осмыслены.

Как это ни удивительно, наиболее просто, хотя и в первом приближении, оказалось разработать эфиродинамические модели устойчивых элементарных частиц и ядер, а также модели известных четырех взаимодействий – сильного и слабого ядерных, электромагнитного и гравитационного, что удалось сделать только на основе эфиродинамических представлений. Но уже с электронными оболочками дело оказалось значительно сложнее, т.к. здесь нужно учитывать взаимодействие винтовых эфирных струй, а теории подобных взаимодействий в газовой динамике до сих пор нет. Еще более сложной задачей будет разработка моделей ван-дер-ваальсовых оболочек и ауры.

Не понят еще механизм трансмутаций элементов, хотя явно этот процесс существует на Земле и в настоящее время. Даже не начаты работы по эфиродинамической теории катализа, хотя перспективы здесь весьма обнадеживающие. Эфиродинамическое моделирование структур вещества приводит к представлениям о векторных свойствах поверхностей молекул, поскольку эти поверхности образованы потоками эфира. Тогда оказывается, что межмолекулярные силы обусловлены градиентами потоков эфира, и давления эфира на реагирующие молекулы будут ориентировать эти молекулы в пространстве различным способом. Современные машинные методы могут существенно продвинуть представления как о самих структурах реагирующих молекул, так и о всех составляющих процессов химических реакций и на этой основе создать теорию направленного выбора катализаторов для любых реакций. То же относится и ко всем новым направлениям химии.

Уточнение теории электромагнетизма только начато. А физической теории живого вещества вообще не существует, и только эфиродинамические представления дают надежду на ее появление. И так далее, и тому подобное.

Сегодня существует множество проблем, которые можно пытаться решить с помощью эфиродинамического моделирования, но над ними нужно работать, и эта работа не из легких.

Эфиродинамика делает первые шаги, впереди громадная работа по развитию ее до уровня всеобъемлющей физической теории, создания на ее основе перспективных технологий и решения многих насущных проблем, стоящих перед человечеством, о которых сегодня можно только догадываться, но которые неизбежно возникнут.

Это направление ждет исследователей и энтузиастов. Каждый шаг на их пути будет даваться с великим трудом, но и результаты будут впечатляющими. Эфиродинамика – это будущее естествознания, она затронет все его направления, потому что в любой его области нужно разбираться в основах явлений, в их внутренних механизмах, и это есть главная задача естествознания XXI столетия.

Литература к главе 17.

1. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газо-подобном эфире. М., Энергоатомиздат, 1990, 278 с.
2. Ацюковский В.А. Эфиродинамические гипотезы. Г.Жуковский, изд-во Петит, 1997, 197 с.
3. Волков Г.Н. У колыбели науки. М., Молодая гвардия, 1971, 223 с.
4. Дэвис П. Суперсила: Поиски единой теории природы. М., Мир, 1989, 271 с.
5. Китай и Япония. История и философия. Сб. ст. под ред. С.Л.Тихвинского.М., изд-во вост. лит., 1961. С.121.
6. Лоренц Г.А. Теории и модели эфира. Пер. с англ. М.-Л., ОНТИ, 1936, 68 с.
7. Лурье С.Я. Демокрит. Л., Наука, 1970, 663 с.
8. Маковельский А.О. Древнегреческие атомисты. Баку, Изд-во АН АзССР, 1946, 401 с.
9. Циолковский К.Э. Эфирный остров. Сб.ст. Путь к звездам того же автора. М., изд-во АН СССР, 1960, с. 317–326.
10. Эфирный ветер. Сб. ст. под ред. д.т.н. В.А.Ацюковского. М., Энергоатомиздат, 1993, 289 с.

Заключение. Естествознание на новом этапе развития

История человечества – это и история развития его взглядов на природу, история развития концепций естествознания. В каждый момент времени эти концепции отражали собой не только взаимоотношения людей и природы, но и взаимоотношения людей внутри человеческого общества. Истинные знания о природе пробивали дорогу с большим трудом, особенно если они противоречили интересам власть имущих.

История естествознания знает и героев, отдавших добыванию крупиц объективного знания все свои силы и даже жизнь, и людей, сделавших все, чтобы эти знания получены не были. Однако науку остановить нельзя, потому что в объективных знаниях о природе нуждаются технологии производства, без которых человечество существовать не может.

Подводя итоги XX столетию, можно констатировать, что некоторый шаг был сделан и в этом веке. Однако его достижения близко нельзя сопоставить с тем, что было достигнуто естествознанием в предыдущие XVII, XVIII и XIX столетия. Ибо тогда были налицо качественные скачки. Они были и в XX столетии, но только в его начале. А во второй половине XX столетия практически уже никаких новых открытий сделано не было, хотя накопленные знания позволили создать новые промышленные технологии.

Конечно, создание новых технологий необходимо, в конце концов они и являются конечной целью естествознания. Но технологиями занимаются прикладники, а задачей исследователей является открытие новых фундаментальных законов природы. Вторая же половина XX столетия характеризуется практически полным отсутствием новых фундаментальных результатов.

Это не случайно. Провозглашенный в начале этого столетия принцип нового мышления, сводящий физические явления к абстрактной математике и «свободному изобретению» основ физики, вылился в массовое создание всевозможных постулатов и «принципов» и сослужил дурную службу естествознанию. Природу стали не изучать, а придумывать, подгоняя ее под модные теории. Идеализм расцвел пышным цветом в основе естествознания – в теоретической физике. Прямым результатом этого стал кризис физики, а через нее и кризис в ряде областей естествознания. Этот кризис будет углубляться, если физики по-прежнему будут следовать порочной методологии постулатов и «принципов».

Однако прикладные задачи многих областей естествознания заставляют исследователей отказываться от установившихся канонов и решать свои задачи, используя нестандартные и даже не рекомендуемые приемы. Науку остановить нельзя. Но для ее успешного развития нужно помнить, что целью естествознания вновь, как это и было ранее, должно стать не восхваление школ и выдающихся личностей, а изучение объективных закономерностей природы и внутренних механизмов явлений, поиск новых явлений, установление причинно-следственных отношений между явлениями и их обобщение на материалистической основе.

АЦЮКОВСКИЙ
Владимир Акимович

Редактор Лавровский В.А.

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
История. Современность. Проблемы. Перспектива.
Курс лекций

Подписано в печать 20 января 2006 г.
Формат 60x90/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Печ. л. 28
Зак. 110.
Издательство ИД СП.
Отпечатано с готовых диапозитивов
в типографии «Облиздат»
248640, г. Калуга, пл. Старый торг, 5